5/88
38. Jahrgang
Juli 1988
S. 97–120

Verlagspostamt
Berlin



VEB VERLAG
FÜR BAUWESEN
BERLIN

Wasserwirtschaft · Wassertechnik

wwt

Dokumentation

AWIFLOC-311 – ein neues organisches Primärflockungsmittel zur Entfernung von Wasserschadstoffen
Starke, W.; Wotzka, J.; Gohlke, U.; Dietrich, K.
In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. – Berlin **38** (1988) 5, S. 103 bis 105
Im Institut für Polymerenchemie der AdW der DDR wurde auf der Basis Polyacrylnitril und Dicyandiamid ein organisches primäres Flockungsmittel synthetisiert, das unter dem Namen AWIFLOC-311 registriert wurde. Für die praktische Anwendung sehr günstige Eigenschaften sind: löslich in verdünnten Laugen und Säuren, ausflockbar zwischen *p*H 3 und 9, einsetzbar bei Temperaturen oberhalb 0 °C. Der entstehende Schlamm sedimentiert gut und ist gut zu entwässern. Die Applikationsprüfungen im Institut für Wasserwirtschaft konzentrierten sich auf die Komplexe: relevante lösliche und dispergierte Wasserinhaltstoffe, Algen und Bakterien sowie Spezialabwässer.

Die CST-Methode zur Charakterisierung der Filtrationseigenschaften von wasserwirtschaftlichen Schlämmen
Stompor, M.
In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. – Berlin **38** (1988) 5, S. 106 und 108
Die CST-Methode stellt eine Möglichkeit dar, die Filtrierbarkeit wasserwirtschaftlicher Schlämme mit geringem Aufwand an Zeit und Mittel zu beurteilen. Bei an das jeweilige Problem angepaßtem Einsatz können sich CDT und spezifischer Kuchenwiderstand bei der Suche nach optimalen Lösungen zur Schlammbehandlung hervorragend ergänzen. Auf Grund der guten Anpaßbarkeit der CST-Methode an die Anforderungen des Nutzers wird die Methode viele Nutzer finden. Ein besonders geeignetes Anwendungsgebiet ist die Konditionierung von Schlämmen mit organischen und anorganischen Flockungsmitteln.

Erhöhung der Schutzwirkung des Dünendeiches Dranske durch den Bau eines Wellenumlenkers
Wiemer, R.
In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. – Berlin **38** (1988) 5, S. 107 und 108
Um den Hochwasserschutz für den Küstenabschnitt Buger Hals/Dranske zu verbessern, wurde eine relativ einfache konstruktive Lösung gewählt: Auf der Krone des vorhandenen Dünendeiches wurde ein Wellenumlenker aus Betonfertigteilen verlegt, der ein Überschwappen der auflaufenden Wellen verhindert. Konstruktive Einzelheiten werden dargestellt.

Anreicherung organischer Spurenstoffe aus wässrigen Medien mittels Probenaufbereitungssäulen
Huschek, G.; Engewald, W.; Werner, G.
In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. – Berlin **38** (1988) 5, S. 111 bis 113
Die Anreicherung organischer Spurenstoffe aus wässrigen Medien ist im Zusammenhang mit den steigenden Anforderungen an die Wasseranalytik, besonders hinsichtlich der Festlegung und Kontrolle von Grenzwerten, eine aktuelle Aufgabe, die durch die Festsetzung international gültiger Grenzwerte an Bedeutung gewann.
Im Beitrag wird über Erfahrungen mit der „Fest/Flüssig-Extraktion“ als Anreicherungstechnik für organische Spurenstoffe berichtet.

Bodengreifer BG-3 zur Probenahme von Gewässersedimenten
Kanemann, J.
In: Wasserwirtschaft-Wassertechnik. – Berlin **38** (1988) 5, S. 117 bis 118
Zur Beschaffung der Kennwerte von Gewässersedimenten ist der Einsatz effektiver Probenahmetechniken erforderlich. Bei oberflächiger Probenahme in wasserbedeckten Sandbetten haben sich Bodengreifer als besonders geeignet erwiesen.
Der vorgestellte Bodengreifer BG-3 stellte seine Funktionssicherheit und unkomplizierte Handhabung in der Praxis unter Beweis.

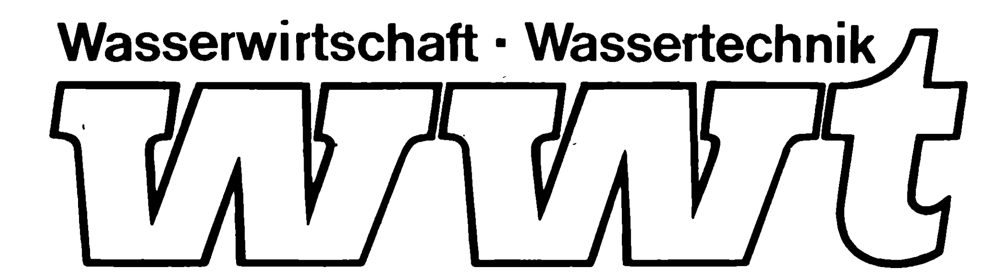
Содержание

Contents

Contenu



Ausgezeichnet mit der Ehrenplakette der KDT in Silber



Herausgeber:
Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft und Kammer der Technik (FV Wasser)

Verlag:
VEB Verlag für Bauwesen
Französische Straße 13/14, Berlin 1086
Verlagsdirektor:
Dipl.-Ök. Siegfried Seeliger
Fernsprecher: 2 04 10

Redaktion:
Dipl.-Ing. Ralf Hellmann,
Verantwortlicher Redakteur

Carolyn Sauer,
redaktionelle Mitarbeiterin

Sitz der Redaktion:
Hausvogteiplatz 12, Berlin 1086
Fernsprecher: 2 08 05 80 und 2 07 64 42

Lizenz-Nummer 1138
Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der DDR

Satz: Druckerei „Neues Deutschland"
Druck: Druckkombinat Berlin
Gestaltung: Horst Bünger

Artikel-Nummer 29 932
Die Zeitschrift erscheint achtmal im Jahr. Jahresbezugspreis DDR 01760, Ausland DM 60,–. Einzelheftpreis DDR 00220, Ausland DM 7,50.

Printed in G.D.R.

Bestellungen nehmen entgegen:
Заказы на журнал принимаются:
Subsriptions of the journal are to be directed:
Il est possible de s'abonner á la revue:
In der DDR:
sämtliche Postämter und der VEB Verlag für Bauwesen, Berlin
BRD und Berlin (West):
ESKABE Kommissions-Großbuchhandlung, Postfach 36, 8222 Ruhpolding/Obb.;
Helios Literatur-Vertriebs-GmbH, Eichborndamm 141/167, Berlin (West) 52
Kunst und Wissen, Erich Bieber OHG, Postfach 46, 7000 Stuttgart 1;
Gebrüder Petermann, Buch und Zeitung INTERNATIONAL,
Kurfürstendamm 111, Berlin (West) 30
Österreich:
Helios Literatur-Vertriebs-GmbH, & Co. KG, Industriestr. B 13, 2345 Brunn am Gebirge
Schweiz:
Verlagsauslieferung Wissenschaft der Freihofer AG, Weinbergstr. 109, 8033 Zürich
Im übrigen Ausland:
Der internationale Buch- und Zeitschriftenhandel wird durch den AHB Buchexport der DDR,
– 7010 Leipzig, Leninstr 16
oder über den Verlag vermittelt.

Alleinige Anzeigenverwaltung: VEB Verlag Technik, Fernruf 2 87 00.
Es gilt die Anzeigenpreisliste lt. Preiskatalog Nr. 286/1.

5

„Wasserwirtschaft – Wassertechnik"
Zeitschrift für Technik und Ökonomik der Wasserwirtschaft
38. Jahrgang (1988) Juli

Aus dem Inhalt

Zum Titel

Der in Rekonstruktion befindliche Seedeich Zingst/Stamminke ist Bestandteil des Küsten- und Hochwasserschutzsystems östlich der Ortslage Zingst zur Kehrung von Sturmhochwasser. Eine Verbreiterung der Schutzanlagen landwärts ist auf Grund der Bebauung nicht möglich. Deshalb sind eine Kronenerhöhung und zusätzliche seeseitige Deckwerksauflage (Molensteinpackung auf undurchlässiger Schutzunterlage) für den Seedeich erforderlich.

Anforderungen an Vorbereitung, Bau und Betrieb von industriellen Absetzanlagen

Dr. Peter LÖSEL, KDT; Joachim ENDERLEIN, KDT Beitrag aus der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft

1. Vorbemerkung

Die Verwirklichung der ökonomischen Strategie des XI. Parteitages der SED mit dem Blick auf das Jahr 2000 erfordert die weitere Intensivierung des Reproduktionsprozesses und seine effektive Gestaltung in allen Phasen. Eine Hauptrichtung ist die Entwicklung abproduktarmer und abproduktfreier Technologien und Verfahren für die Produktionsprozesse in der Industrie und in der Landwirtschaft. Damit verbunden ist eine planmäßige Reduzierung der Umweltbelastung und eine optimale Wertstoffrückgewinnung und die Verbesserung des Gewässerschutzes. Zugleich ist mit der Direktive des XI. Parteitages der SED für den Fünfjahrplan 1986 bis 1990 die Aufgabe gestellt, die schadlose Beseitigung nicht verwertbarer Abprodukte zu gewährleisten.

Eine der Voraussetzungen zur Erfüllung dieser Forderung ist die Errichtung und der Betrieb von industriellen Absetzanlagen.

In der Welt fallen jährlich rund 5 Mrd. Tonnen Rückstände aus der Industrie und aus den Aufbereitungsbetrieben der Energie, des Bergbaues und der Landwirtschaft an, die durch Einspülen in zahlreichen Absetzanlagen aufgehaldet werden. Allein in der DDR ist in den vergangenen 20 Jahren die Zahl der von der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft registrierten Industriellen Absetzanlagen auf insgesamt 277 gestiegen, wobei sich die in den Absetzanlagen gespeicherten Rückstände in dem genannten Zeitraum mehr als verdoppelt haben.

Die fließfähigen feststoffhaltigen Rückstände, die entweder oberirdisch aufgehaldet oder in Geländeeinschnitten (Restlöcher) abgelagert werden, erfordern Bauwerke, die denen der künstlichen Oberflächenwasserspeicherung ähneln.
So erfolgt u. a. die Bemessung der Abschlußdämme für industrielle Absetzanlagen nach dem bei Staudämmen für oberirdische Wasserspeicherung üblichen Verfahren. Jedoch unterscheiden sie sich durch ihre Betriebsbedingungen. So werden zum Beispiel industrielle Absetzanlagen so entworfen und errichtet, daß sie nach Aufnahme der Rückstände aufgegeben und verwahrt werden. Es besteht also nicht – wie bei Talsperren – das Ziel, sie über Jahrzehnte hinaus zu betreiben. Weiterhin erfolgt der Bau der Absetzanlage im Rahmen ihres Betriebes. Dies gilt besonders für die Errichtung der Dämme. Sie speichern normalerweise Wasser, das nach dem Sedimentationsprozeß künstlich oder natürlich wieder entnommen wird. Die Anforderungen an die Stand- und Funktionssicherheit der industriellen Absetzanlagen entsprechen denen des Staudammbaues für Talsperren.
Welche Auswirkung eine Havarie an einer industriellen Absetzanlage haben kann, zeigt die international viel beachtete Havarie am 19. Juli 1985 in Norditalien. Im Tal Val di Fiemme (Region Treutino) brach infolge starker Durchsickerung der oberhalb gelegene Damm. Die dahinter abgesetzten Rückstände einer Bergelagerung stürzten sich auf die unterhalb vorgelagerten Aufhaldungsmassen und zerstörten durch Überspülen auch den unterhalb vorgelagerten Damm. Etwa 300000 m^3 Wasser-Schlammassen zerstörten die beiden Dörfer Stave und Tesero, wobei mehr als 250 Menschen ums Leben kamen. Dieser Unglücksfall ist von allen bekannten Dammbrüchen industrieller Absetzanlagen einer der katastrophalsten. Aus diesem Beispiel ist zu erkennen, daß im Interesse des Schutzes von Leben und Gesundheit der Menschen alles getan werden muß, um die Standsicherheit solcher künstlichen Aufhaldungen durch einen fachgerechten Entwurf, Bau und Betrieb jederzeit zu gewährleisten. Um dies sicherzustellen, bedarf es ähnlicher technischer Grundsätze wie im Bereich des Talsperrenbaues. Obwohl die industriellen Absetzanlagen nach den Statutsatzungen nicht direkt in das Zuständigkeitsgebiet der Internationalen Kommission für große Talsperren (ICOLD) gehören, wurde 1976 bei der 44. Exekutivtagung ein Komitee für industrielle Absetzanlagen gebildet, das ein Bulletin über die Aufgabengebiete, Sicherheitsrichtlinien, Langzeitaspekte, Materialzusammensetzung und Transport der industriellen Rückstände erarbeitet. Als erstes Ergebnis erschien 1982 ein sogenanntes Informationshandbuch „Abfalldämme und Halden"

Auf Grund der volkswirtschaftlichen Entwicklung und des damaligen Erkenntnisstandes wurde in der DDR bereits 1969 eine „Anordnung über industrielle Absetzanlagen" als Rechtsvorschrift für die Vorbereitung, Errichtung und den Betrieb sowie der Außerbetriebsetzung solcher Anlagen erlassen. Die gesellschaftlichen Anforderungen beim sozialistischen Aufbau und Erkenntnisse ergaben das zwingende Erfordernis zur Erarbeitung der neuen Rechtsvorschrift.

Entsprechend den gesellschaftlichen Erfordernissen ist sicherzustellen, daß eine konsequente Anwendung in der Praxis erfolgt. Mit der folgenden Erläuterung der inhaltlichen Schwerpunkte der vorliegenden Anordnung über industrielle Absetzanlagen vom 15. 12. 1987 – siehe Gesetzblatt der DDR Teil I Nr. 2 vom 25. 01. 1988 – soll besonders auf die spezifische Bedeutung solcher Anlagen hingewiesen werden.

2. Inhaltliche Schwerpunkte der Anordnung vom 15. Dezember 1987

2.1. Geltungsbereich

Die Anordnung regelt Aufgaben,
Rechte und Pflichten bei
der Vorbereitung,
der Errichtung,
dem Betrieb
und der Außerbetriebsetzung
von industriellen Absetzanlagen, in denen fließfähige feststoffhaltige Rückstände aus industriellen Gewinnungs- und Verarbeitungsbetrieben über Gelände aufgehaldet bzw. in Geländeeinschnitten abgesetzt werden. In der neuen Anordnung wird auch klar hervorgehoben, daß „zu einer industriellen Absetzanlage ein nach den Bestimmungen dieser Anordnung abgegrenztes Werkgelände gehört". Damit ist eindeutig festgelegt, daß die industrielle Absetzanlage ein baulicher Bestandteil des Entsorgungsbetriebes ist.
In der Anordnung vom 15. 12. 1987 werden erstmalig auch alle die Absetzanlagen und Deponien genannt, für die diese Anordnung keine Anwendung findet und wofür spezifische Regelungen gelten. Dies betrifft:

- die Ablagerung von Siedlungsabfällen einschließlich Fäkalien und Rückstände häuslicher Abwässer sowie Gülle, siehe
  - Wassergesetz § 15 und § 28 und für Siedlungsabfälle 3. DVO zum Landeskulturgesetz vom 14. 5. 1970 (GBl II Nr. 46 S. 339),
- die schadlose Beseitigung infektiöser und toxischer Abprodukte, siehe
  - AO vom 30. 9. 1985 über die Inkraftsetzung der Liste der Schadstoffe (GBl Sonderdruck Nr. 1059/1),
  - TGl 37 597, Bl. 01 bis 03 über die „Schadlose Beseitigung toxischer und anderer schadstoffhaltiger Abprodukte – überirdische Deponien" (Entwurf),
- die Verspülung von Abraummassen in Braunkohlentagebauen und in Tagebaurestlöchern, siehe
  - AO vom 2. 10. 1980 über Halden und Restlöcher (GBl I Nr. 31 S. 301) und
  - AO Nr. 2 vom 18. 3. 1982 über Halden und Restlöcher (GBl I Nr. 17 S. 361),
- Schlammgrubeninhalte und Tiefbohranlagen sowie oberirdische Deponien für Bohrschlämme und Lagerstättenwässer und Absetzteiche und Absetzbecken, siehe
  - Wassergesetz § 28 und § 39 der 1. DVO

2.2. Klassifizierung

Ähnlich der Talsperrenklassifizierung sind entsprechend den zu treffenden Sicherungsmaßnahmen die industriellen Absetzanlagen in 3 Gruppen unterteilt. Gegenüber der alten

Anordnung sieht die neue Anordnung für die Gruppe I statt einer Höhenbegrenzung der industriellen Absetzanlage mit 5 m nunmehr „kleiner als 10 m" vor.
Der Begrenzungsinhalt im Endausbau von 50000 m^3 und die Zuordnung der Restlöcher zur Gruppe I sind geblieben. Gruppe II umfaßt nach wie vor die industriellen Absetzanlagen mit einer größten Höhe kleiner als 40 m und mit einem Inhalt größer als 50000 m^3.
Hierbei wird für die Gruppe II der Endausbau mit einem Inhalt kleiner als 2 Mill. m^3 festgelegt. In die Gruppe III werden alle Anlagen mit einer Höhe größer als 40 m und einem Inhalt größer als 2 Mill. m^3 eingestuft.
Je nach Standort und Gefährdungsgrad kann in Abstimmung mit dem Betreiber, dem Rat des Bezirkes und bei den Tagebaurestlöchern mit der zuständigen Bergbehörde der Leiter der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft eigenverantwortlich oder auf Antrag des Betriebes die industrielle Absetzanlage in die entsprechende Gruppe einordnen, wenn eine Gefährdung der Öffentlichkeit möglich ist. Die jetzige klare Regelung ist zu der bisher üblichen Praxis von Vorteil.

2.3. Verantwortung, Rechte und Pflichten

In der neuen Anordnung wird im Unterschied zur bisher gültigen Anordnung eindeutig die Verantwortung des Verursachers der Rückstände in den Phasen
der Vorbereitung,
der Errichtung und
der Außerbetriebsetzung
und die Verantwortung des Betreibers während des Betriebes festgelegt.
Betreiben mehrere Betriebe eine industrielle Absetzanlage, so sieht die neue Anordnung vor, daß der Rat des Bezirkes, auf dessen Territorium sich die Anlage befindet, das Recht hat, die Betreiberverantwortung festzulegen.
Als weiterer Fortschritt ist zu bewerten, daß die neue Anordnung den Betreibern von industriellen Absetzanlagen vorschreibt, mindestens für jede Anlage einen Verantwortlichen mit entsprechender Qualifikation einzusetzen.
Es werden auch die Aufgaben des Verantwortlichen als Beauftragter und die Anforderungen an die Qualifikation festgeschrieben, so daß gewisse Mindestvoraussetzungen für den Einsatz der Beauftragten gefordert werden.
So u. a.
- für Anlagen der Gruppe I:
  Abschluß einer Meisterausbildung
- für Anlagen der Gruppe II und III:
  Abschluß eines Hoch- bzw. Fachschulstudiums.

Neu ist aber auch, daß die Staatliche Bauaufsicht für die Beauftragten für die Anlagen der Gruppe III im Abstand von zwei Jahren Seminare zur Auswertung der Erfahrungen und zur Weiterbildung durchzuführen hat.
Außerdem sieht die neue Anordnung vor, daß die Prüfung und Kontrolle bei Vorbereitung, Bau und Betrieb von industriellen Absetzanlagen durch die Staatliche Bauaufsicht des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft in enger Zusammenarbeit mit der Staatlichen Gewässeraufsicht und mit der Staatlichen Umweltinspektion bei den Räten der Bezirke sowie mit der zuständigen Bergbehörde bei Nutzung der Restlöcher erfolgt.
Mit der Errichtung einer industriellen Absetzanlage darf erst begonnen werden, wenn die Baugenehmigung der Staatlichen Bauaufsicht entsprechend der Verordnung vom 1. 10. 1987 über die Staatliche Bauaufsicht erteilt wurde. Hierzu muß der Rechtsträger die Baugenehmigung bei dem zuständigen Arbeitsbereich der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft beantragen und die Errichtung der industriellen Absetzanlage bei der Staatlichen Gewässeraufsicht anzeigen.
Die Verantwortlichkeit der Betreiber für den Betrieb der industriellen Absetzanlage wird in der vorliegenden Anordnung eindeutig festgeschrieben, indem die Kontrollschwerpunkte, im einzelnen
- zur Gewährleistung des Betriebes der Anlage und
- zur Gewährleistung der Stand- und Funktionssicherheit

besonders aufgeführt werden. Je nach der Gruppeneinordnung ist jährlich bzw. alle zwei Jahre ein Kontrollbericht der Staatlichen Bauaufsicht und für Anlagen in Restlöchern auch der zuständigen Bergbehörde zu übergeben.
Werden durch die Staatliche Bauaufsicht im Rahmen ihrer Kontrollen Mängel beim Betrieb oder bei der baulichen Anlage festgestellt, so kann der Leiter des zuständigen Arbeitsbereiches der Staatlichen Bauaufsicht zu deren Beseitigung Auflagen bzw. bei unmittelbarer Gefahr, dem Betrieb Auflagen zur Einstellung des Spülbetriebes erteilen.
Die Betreiber der industriellen Absetzanlagen haben Einsatzdokumente zur Bekämpfung von Havarien zu erarbeiten und zu aktualisieren. Die Einsatzdokumente bedürfen der Zustimmung der Fachorgane für Umweltschutz und Wasserwirtschaft der Räte der Bezirke und sind vom Leiter des dem Betreiber der industriellen Absetzanlage übergeordneten Organs zu bestätigen.
Die Zustimmung und Bestätigung sind vor Aufnahme des Betriebes einzuholen.
Die Anordnung vom 15. 12. 1987 über industrielle Absetzanlagen wird durch folgende Anlagen untersetzt:

Anlage 1:
Vorschriften für Vorbereitung, Errichtung, Betrieb und Außerbetriebsetzung industrieller Absetzanlagen (u. a. enthält diese Anlage Forderungen und Hinweise über erforderliche Untersuchungen, über Nachweisführung zur Standsicherheit der Böschungen, über Spültechnologie, über Entnahmeeinrichtungen, über Betrieb und Überwachung und Angaben zur Außerbetriebsetzung.)

Anlage 2:
Rahmenaufgabenstellung des Beauftragten für industrielle Absetzanlagen und Qualifikationsanforderungen

Anlage 3:
Territoriale Zuordnung der Aufsichtsorgane für industrielle Absetzanlagen

Anlage 4:
Kontrollschwerpunkte

Besonders hervorzuheben ist, daß die Schlußbestimmung der Anordnung vom 15. 12. 1987 festlegt, daß die nach der alten Anordnung vom 22. 5. 1969 getroffenen Entscheidungen auch weiterhin ihre Gültigkeit behalten, wobei festgelegt wird, daß auf Grund der Änderung der Zuordnungsmerkmale eine Neueinstufung der industriellen Absetzanlagen durch die zuständigen Arbeitsbereiche der Staatlichen Bauaufsicht des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft erfolgt.

3. Schlußfolgerungen

Mit der neuen Anordnung über industrielle Absetzanlagen wurden Voraussetzungen geschaffen, daß industrielle Absetzanlagen zur Gewährleistung der Funktions- und Standsicherheit sachgemäß betrieben, überwacht und instandgehalten werden.
Abgeleitet aus der Verordnung über die Staatliche Bauaufsicht vom 1. 10. 1987 ist die Prüf- und Kontrolltätigkeit weiter zu qualifizieren und die Kontrolle so zu verstärken, daß bei der Vorbereitung, dem Bau und Betrieb von industriellen Absetzanlagen Mängel, Versäumnisse und Fehler rechtzeitig aufgedeckt und beseitigt sowie Schäden vermieden werden. Damit sind gleichzeitig einheitliche Maßstäbe zur Gewährleistung der bautechnischen Sicherheit, zur Durchsetzung der erforderlichen Qualität und bei der Durchsetzung der Staatsdisziplin geschaffen, wobei die vorbeugende Arbeit zur Verhütung von Havarien mit Gefahr für Menschen und Produktionsanlagen erhöhte Bedeutung erlangt.

REZENSION

Grewe, K. (Herausg.)

Canal d'Entreroches

(Der Bau eines Schiffahrtweges von der Nordsee bis zum Mittelmeer im 17. Jahrhundert)
Verlag Conrad Wittwer, Stuttgart 1987
135 S., 63 Abb., 3 Kartenbeilagen

Der vorliegende Band eröffnet eine Reihe zur Geschichte des Vermessungswesens. Es ist interessant und hervorzuheben, daß dabei als erstes ein Vorhaben des Wasserbaus behandelt wird. Damit wird die enge Verbindung zwischen Vermessungs- und Bauingenieurwesen, die hier ihren speziellen Ausdruck an einem langgestreckten Verkehrsweg findet, unterstrichen. Mit der Publikation werden nicht nur vermessungstechnische, sondern weitgehend auch verkehrsgeschichtliche Fragen behandelt, kann doch der Canal d'Entreroches als Vorläufer transkontinentaler Binnenwasserstraßen betrachtet werden. Der vorliegende Band enthält Beiträge verschiedener Fachsparten, so daß politische und ökonomische Aspekte nicht ausgespart werden. Ausgehend auch von der geographischen Lage des Objekts sind alle Beiträge zweisprachig in deutsch und französisch abgedruckt. Der Band ist hervorragend ausgestattet.

Dr.-Ing. *G. Glazik*

Pretziener Wehr reguliert Elbe-Hochwasser im Raum Magdeburg

Dipl.-Ing. Detlev MÖBES
Beitrag aus der WWD Untere Elbe Magdeburg

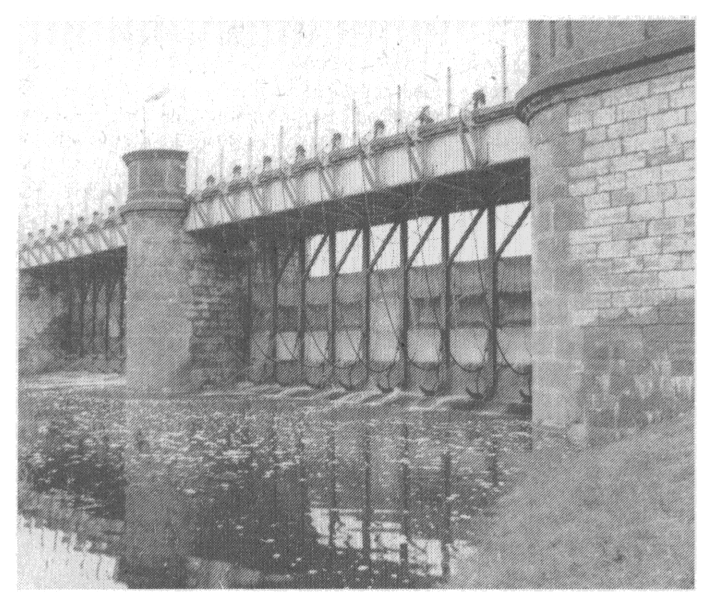
Von 1871 bis 1875 wurde das Pretziener Wehr als Kernstück eines für damalige Verhältnisse geradezu gewaltigen Hochwasserregulierungssystems errichtet, das bis in unsere Tage seine Bedeutung für die Elbe im Magdeburger Raum behalten hat. Das Wehr, das unter Denkmalschutz steht, gilt heute mit einer Länge von 162,8 m als größtes Schützentafelwehr Europas. Der Unterbau besteht aus massivem Sandstein, der beiderseitig von Spundwänden gesichert wird. Zwei Land- und acht Mittelpfeiler bilden neun Wehröffnungen mit einer lichten Weite von je 12,55 m. Jedes der neun Joche wird über 36 Schützentafeln, neun nebeneinander und vier übereinander, verschlossen.

Durch das Ziehen des Pretziener Wehres kann bis zu einem Fünftel der Wassermassen der Elbe durch die 27 km lange Elbumflut um die Stadtgebiete von Schönebeck und Magdeburg herumgeleitet werden.

Ein Absinken des Wasserstandes am Pegel Magdeburg um 30...40 cm ist die Folge. Gleichzeitig wird eine Fläche von 1600 ha (900 ha davon Ackerland) in den Sommerpoldern Große Wiese, Buschhaus und Ronney-Tuchheim bis zu einem Wasserstand von 600 cm am Pegel Barby vor Überflutung geschützt.

In der Hochwasserperiode im März/April dieses Jahres wurde das Pretziener Wehr am 27. 3. 1988 von Mitarbeitern des Flußbereichs Schönebeck und Genossenschaftsbauern der LPG (P) Plötzky zum 54. Mal seit Bestehen geöffnet. Obwohl im Zuge von Modernisierungsmaßnahmen im Jahre 1968 Elektrowinden installiert wurden, wodurch sich der Anteil der körperlich schweren Arbeit erheblich verringerte, wurden zum Ziehen der 324 Schützentafeln etwa sechs Stunden benötigt.

Bedingt durch die langanhaltende und hohe Hochwasserwelle im Frühjahr 1988, mußte das Wehr 21 Tage geöffnet bleiben und erreichte damit eine der längsten Öffnungszeiten seit Bestehen. Dabei wurden bis zu 350 m^3/s durch den Elbeumflutkanal abgeleitet.



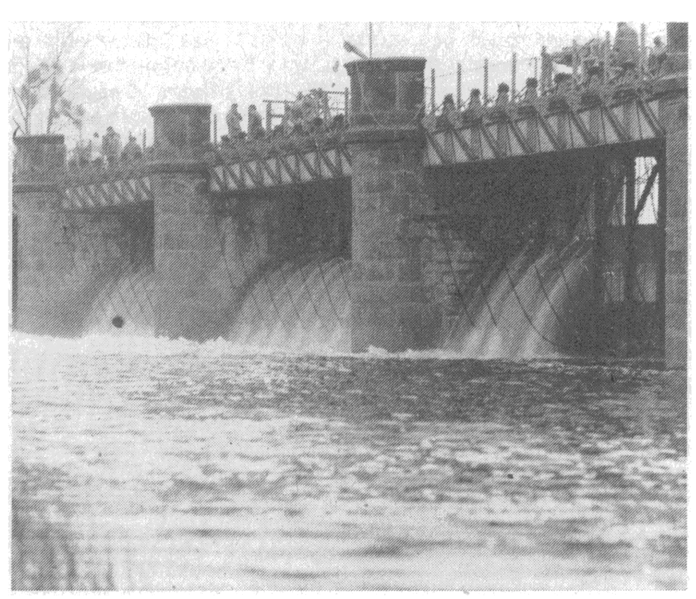


Bild 1 + 2 Ziehen der Schützentafeln am Pretziener Wehr und Flutung des Umflutkanals am 27 März 1988



Bild 3 Umflutkanal vor dem Ziehen der Schützentafeln



Bild 4 Umflutkanal nach dem Ziehen der Schützentafeln

Zur Wirksamkeit polymerer Flockungsmittel bei der Schlammentwässerung in Dekantern

Dipl.-Ing. Peter HÖHNE
Beitrag aus dem VEB Komplette Chemieanlagen Dresden

Es hat in den letzten Jahren nicht an theoretischen und experimentellen Versuchen gefehlt, etwas mehr Licht in die zum Teil sehr komplexen Sedimentations-, Strömungs- und Bewegungsvorgänge in Vollmantel-Schneckenzentrifugen zu bringen. Erinnert sei nur an die Arbeiten von *Hülsen* Ende der sechziger Jahre /1/ sowie die jüngeren Arbeiten von *Gösele* /2/ zur Maßstabübertragung und an die Untersuchungen von *Faust* /3/ und *Glinka* /4/, um einige zu nennen.

Faust war es durch eine hochentwickelte Versuchstechnik gelungen, an einem Plexiglas-Modelldekanter durch Impulsdosierungen von eingefärbten Suspensionen und mit Hilfe stroboskopischer Beleuchtungsverfahren Strömungsvorgänge im Inneren der Dekantertrommel zum Teil sichtbar zu machen. Die aus diesen Experimenten abgeleiteten Erkenntnisse bezüglich der Verfahrens- und Maschinentechnik bringen die Problematik der Maßstabübertragung wieder ein Stück voran und tragen durch Ableitung von konstruktiven Empfehlungen darüber hinaus zur Verbesserung des Trennverhaltens der Maschinen bei.

Bei der Bewertung dieser und einer Vielzahl anderer Untersuchungen auf diesem Gebiet ist immer zu berücksichtigen, daß es sich um Modelldekanter und Modellsuspensionen handelt. Die zur Verfügung stehenden originalen Suspensionen zeigen demgegenüber ein mehr oder weniger deutlich abweichendes Verhalten von den idealisierten Verhältnissen.

Aus diesem Grunde kann man von einer geschlossenen Theorie der Sedimentations- und Strömungsvorgänge in Vollmantelschnecken-Zentrifugen, die eine risikofreie Maßstabübertragung erlauben, noch nicht sprechen.

Die breite Palette der Originalsuspensionen, die zur Eindickung oder Entwässerung in der Industrie und Landwirtschaft anfallen, reicht von schwer zu behandelnden voluminösen Bioschlämmen der verschiedensten Art, von Hydroxidschlämmen mit sehr geringen Dichteunterschieden, Stärkelösungen mit ausgeprägtem thixotropen Verhalten des Dickstoffes bis hin zu 100 °C...150 °C heißen Suspensionen bei der Teerfeinreinigung. Fast ebenso schwierig ist auch die Entwässerung von kommunalen Frisch- und Faulschlämmen mit hohen Anteilen an Bioschlämmen, die letztlich mit Erfolg nur durch den Einsatz von hochpolymeren, synthetischen Flockungsmitteln behandelt werden können.

In einem zusammenfassenden Überblick über 25 Jahre Flockungsmitteleinsatz resümiert *Reuter*, daß der Betrieb von Siebbandpressen und Zentrifugen ohne Flockungsmitteldosierung technisch und wirtschaftlich nicht möglich wäre.

Hochwirksame, d. h., für die Dekantertechnologie geeignete Flockungsmittel sind für unser Land nach wie vor teure Importprodukte. Eine entsprechende Typenauswahl und Einsatzmengenoptimierung unter Berücksichtigung kommerzieller Auswahlkriterien ist vor Entscheidungen zum großtechnischen Einsatz solcher Flockungsmittel aus ökonomischen und technischen Gründen dringend notwendig. Für die Lösung dieser Problematik kann die experimentelle Untersuchung auf labor- bzw. kleintechnischen Maschinen als kurzfristig realisierbare und auch hinreichend aussagefähige Methode angewendet werden. Demgegenüber sind Versuche mit Originalmaschinen an Ort und Stelle des Anfalles der Suspensionen für die Erarbeitung von Entscheidungsvorschlägen zu aufwendig, zu langwierig und zu teuer sowie an eine Vielzahl von Voraussetzungen gebunden. Die Betriebe und Einrichtungen haben umfangreiche Vorbereitungen zur Ver- und Entsorgung der Stoff- und Energieströme zu treffen, Eingriffe in den laufenden Produktionsprozeß müssen vorgenommen werden, es liegt ein relativ hoher Bedarf an Flockungsmittelmenge vor, und von Fall zu Fall ist qualifiziertes Personal zur Verfügung zu stellen.

Effektiver und kurzfristiger zu realisieren sind daher Vorversuche auf labor- oder kleintechnischen Maschinen in entsprechend ausgerüsteten Technika.

Vor allem dann, wenn prinzipielle Aussagen über die zweckmäßige und erfolgversprechende Fest/Flüssig-Trenntechnologie, wie Dekanter, Schneckenfiltrierzentrifuge, Pendelfiltrierzentrifuge oder die verschiedensten Arten der Filtration, getroffen werden müssen, sind Vorversuche das geeignete Mittel dazu.

Das Ziel solcher Untersuchungen besteht in der kurzfristigen Bereitstellung von Entscheidungshilfen für den konkreten Einsatzfall bzw. die Auswahl der verfahrenstechnischen und maschinentechnischen Ausrüstungen künftiger Anlagen.

Seit 1983 sind unter diesem Aspekt im Zentrifugentechnikum des VEB Komplette Chemieanlagen Dresden mehrere Versuchsperioden für das Forschungszentrum Wassertechnik Dresden und das Forschungsleitzentrum für die chemische Industrie durchgeführt worden. Der Auftrag beschränkte sich dabei auf die rein verfahrenstechnischen Versuche.

Die uns zur Verfügung gestellten Flockungsmittel- und Schlammengen erlaubten den Einsatz eines Labordekanters der Fa. Siebtechnik mit einem Trommeldurchmesser von 140 mm. Zur Auswahl standen insgesamt 31 verschiedene Flockungsmittel von Herstellern

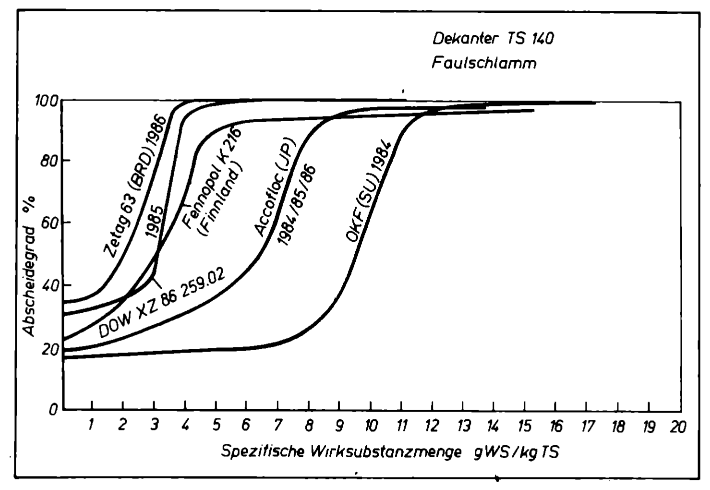


Bild 1 Flockungsmittelverbrauchskurven

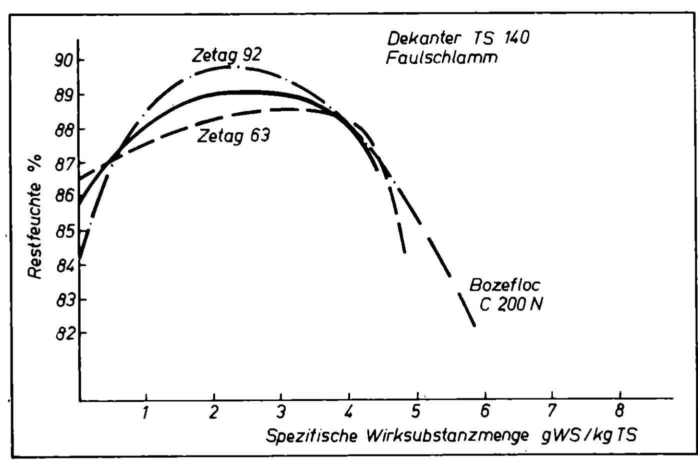


Bild 2 Kurvenverläufe der Restfeuchte

aus zehn europäischen Ländern, die für einen konkreten Einsatzfall bei der kommunalen Faulschlammentwässerung zu testen waren. Es galt, die geeignetsten Produkte auszuwählen und die erforderlichen Dosiermengen zur Erreichung von Abscheidegraden größer 90 % zu ermitteln. Weiterhin war die Dickstoffqualität hinsichtlich Restfeuchte zu bestimmen und die Transportfähigkeit einzuschätzen sowie ein Vergleich der spezifischen Dosiermengen pro Flockungsmittelprodukt vorzunehmen.

Über mehrere Jahre hinweg führten wir die Versuche mit einem annähernd gleichen Faulschlamm durch, der bezüglich seines Entwässerungsverhaltens mit einem von uns ausgewählten Standardflockungsmittel getestet wurde. Dabei ließ sich unter anderem auch die Weiterentwicklung der Wirksamkeit der Flockungsmittel beobachten.

Einen Vergleich der geeignetsten Flockungsmitteltypen der einzelnen Länder der Jahre 1984, 1985 und 1986 zeigt eine Gegenüberstellung in Bild 1.

Hier sind über der spezifischen Wirksubstanzmenge des Flockungsmittels die Abscheidegrade bei konstantem Durchsatz, konstanter Trommeldrehzahl und konstanter Wehrhöhe aufgetragen. Der linke Kurvenast stellt die Abscheidegrade ohne bzw. bei ungenügender Flockungsmitteldosierung dar. Es ist ersichtlich, daß eine ganz bestimmte Mindestmenge erforderlich ist, um höhere Abscheidegrade zu erreichen. Diese Mindestmenge ist produktspezifisch und bei hochwirksamen Flokkungsmitteltypen relativ gering. Mit der Weiterentwicklung der Wirksamkeit der Flokkungsmittel verringerten sich diese Werte weiter.

Von anfänglich 6 bis 8 g Wirksubstanz pro kg Trockensubstanz (1984) reduzierten sich diese Werte 1985 auf 3 bis 5 g Wirksubstanz, um einen Abscheidegrad größer 90 % zu erreichen. Diese Tatsache dokumentiert einen deutlichen qualitativen Sprung. Der einschlägigen Fachliteratur ist u. a. zu entnehmen, daß dies nicht zuletzt auf eine weitere Erhöhung des Polymerisationsgrades der Molekülketten der Flockungsmittel und darüber hinaus auf eine Erhöhung der kationischen Ladungsdichte von 20...40 % (vor etwa 5 bis 6 Jahren) auf 40...60 % zurückgeführt werden kann. Noch vor 5 bis 6 Jahren war man der Meinung, daß 20...40 % Ladungsdichte ausreichend seien. Mit den von Jahr zu Jahr steigenden Anteilen von biologischen Überschußschlämmen in den kommunalen Klärschlämmen erwies es sich als zweckmäßig, die erwähnte Ladungsdichte hochwirksamer Flockungsmittel auf 40 bis 60 % zu erhöhen.

Zum ersten Mal in unserer langjährigen Versuchspraxis konnte beim Einsatz von zwei hochwirksamen Flockungsmittelprodukten beobachtet werden, daß die Restfeuchte bei größerer Dosiermenge, als zum Erreichen des maximalen Abscheidegrades notwendig ist, wieder auf einen Wert abgefallen ist, der ohne Flockungsmitteldosierung erreicht wird (Bild 2).

Der aus dem Dekanter ausgetragene Dickstoff ist dabei von krümliger, nicht mehr schmieriger Konsistenz. Dieser Umstand ist insofern bemerkenswert, da bekanntlich beim Flockungsmitteleinsatz die Festfeuchten immer deutlich höher liegen als ohne den Einsatz und damit eine Verschlechterung der Dickstoffkonsistenz in Kauf genommen werden muß.

Mit der von uns beobachteten Erscheinung deutet sich an, daß die oft beschriebene Problematik des Dickstofftransportes in der Perspektive damit besser lösbar ist. Für einige ausgewählte Flockungsmitteltypen konnten auf Originalmaschinen mit Originalschlamm vergleichende großtechnische Versuche gefahren werden. Eine Auswertung dieser Ergebnisse und der Vergleich zu unseren labor- und kleintechnischen Versuchsergebnissen war zufriedenstellend. Der prinzipielle Verlauf des Abscheidegrades über Drehzahl, Durchsatz sowie Flockungsmitteldosiermenge war vergleichbar, allerdings mit einer Einschränkung bezüglich des Flockungsmittelverbrauches. Dieser lag im allgemeinen um 2 g WS/kg TS höher als bei den kleintechnischen Versuchen. An dieser Stelle wird das Problem der Maßstabübertragung wegen einer fehlenden geschlossenen Theorie wieder aktuell. Es wird andererseits aber auch deutlich, daß auf Grund der Vielzahl von Versuchen bei kurzfristigen Terminstellungen die Durchführung von kleintechnischen Experimenten im hohen Maße gerechtfertigt wird.

Für einige ausgewählte Spitzenprodukte stand uns zur Verringerung des Risikos bei der Maßstabübertragung ein kleintechnischer ungarischer Dekanter Typ OV34 mit einem Trommeldurchmesser von 220 mm zur Verfügung. Die zum Einsatz kommenden Industriedekanter des VEB Mafa Sangerhausen haben Trommeldurchmesser von 500 mm. Die Versuchsergebnisse mit dem Dekanter OV34 kommen damit den beim späteren großtechnischen Einsatz zu erwartenden Trennparametern noch ein Stück näher. Der gesamte Prozeß der experimentellen Erarbeitung von Versuchsdaten wird für uns auch dadurch sicherer und abgerundeter, daß labor- und kleintechnische Versuche sowie großtechnische Einsätze, die wir mit unserer mobilen Zentrifugenstation realisieren können, in einer Hand liegen und den unmittelbaren Vergleich der Ergebnisse gestatten. Weiterhin lassen sich mit dem Industriedekanter des VEB Mafa Sangerhausen mit einem Trommeldurchmesser von 500 mm, der auf unserer mobilen Station installiert ist, an Ort und Stelle maschinen- und verfahrenstechnische Optimierungen im großtechnischen Maßstab durchführen.

Das setzt natürlich eine exakte Datenerfassung und schnelle Datenverarbeitung voraus.

Im allgemeinen fallen pro Versuchspunkt 21 Versuchsdaten an, die zum größten Teil durch numerische Behandlung in 18 Parametern erscheinen und in Ergebnislisten eingetragen werden müssen, die zum Bestandteil von Dokumentationen und Versuchsberichten werden.

Nach eingehender Prüfung aller Umstände und der bestehenden betrieblichen und experimentellen Bedingungen der Versuchsdurchführung und -auswertung ist ein im Dialogverfahren arbeitendes Büro- oder Personalcomputersystem als besonders effektiv eingeschätzt worden.

Die in unserer Vorstellung schon lange existierende Zielstellung für die rechnerische Versuchsauswertung und deren textliche Verarbeitung konnte in Form von Ergebnistabellen mit Hilfe geeigneter Programme auf dem zur Verfügung stehenden Bürocomputer vom Typ Robotron A5120 erstmalig realisiert werden. Das Betriebssystem SCPX 1525 bietet, gemeinsam mit dem Basic-Interpreter 1520 und dem Textprozessor (Text 30), die Grundlage für die Erstellung von Ergebnistabellen.

Zur schnellen Interpretation von Versuchsergebnissen ist innerhalb der Programmabarbeitung auch der Ausdruck von einfachen Datenlisten möglich. Diese Möglichkeit wird insbesondere dann von Vorteil sein, wenn Optimierungsversuche kurzfristig ausgewertet werden müssen oder wenn Datenkorrekturen erforderlich werden.

Literatur

/1/ *Hülsen, H. H.*: Strömungs- und Bewegungsvorgänge in Dekanterzentrifugen. Chem. Ing. Techn. **41** (1969) 5/6, S. 375–381

/2/ *Goesele, W.*: Auslegungsversuche und Maßstabübertragung bei Dekantern. Chem. Ing. Techn. **52** (1980) 2, S. 178–179

/3/ *Faust, T.*: Untersuchung zur Klärwirkung von Dekanterzentrifugen. Chem. Ing. Techn. **57** (1985) 6, S. 561–564, **57** (1985) 8, S. 698–699

/4/ *Glinka, U.*: Die Strömung in Überlaufzentrifugen ... vt „Verfahrenstechnik" **17** (1983) 5, S. 315–322

/5/ *Reuter, J. M.*: Erfahrung bei der Schlammentwässerung mit polymeren Flockungsmitteln – künftige Anforderungen. Abwassertechnik, München **3** (1986) 3, S. 24–30

Weitere Literatur

Seidel, H.-P.; Zeppernick, W.-D.: Klassierung von Kaolinsuspension mit dem Dekanter 500L-2,7. Vortrag. 19. Diskussionstagung mechanische Flüssigkeitstrennung Dresden 1982

Höhne, P.: Maschinelle Schlammentwässerung. Wasserwirtschaft – Wassertechnik 7 (1981), S. 245–247

Rödel, K.; Schieferdecker, K.: Rollende Zentrifuge. Sächs. Zeitung Dresden vom 27. 8. 1976

Ankündigung

Die Technische Universität Dresden, Sektion Wasserwesen, Bereich Wasserversorgung und Abwasserbehandlung, und die Betriebssektion der KDT laden ein zum

3. Kolloquium Wasserversorgung und Abwasserbehandlung
„Theorie und Praxis der Industriewasserwirtschaft – ein Beitrag zum Umweltschutz"

2. November 1988, Dresden, 9.00 Uhr bis 14.00 Uhr
Tagungsort: Neues Rathaus Dresden, Plenarsaal
Rathausplatz 1, Eingang Goldene Pforte

Folgende Themenkreise werden behandelt:

- Medizinische Aspekte der Schadwirkung von Industrieemissionen
- Möglichkeiten und Grenzen der Reinigungsleistung des Bodens, besonders in Ballungsräumen
- Gewässerbelastung durch die Zellstoffindustrie, Behandlung der Bleichereiabwässer
- Biotechnologische Behandlung von Abwässern der Zellstoffindustrie
- Eliminierung physiologisch bedenklicher Schadstoffe aus Abwässern der Chemieindustrie
- Schwermetallrecycling
- Stickstoffeliminierung in der kohleveredelnden Industrie
- Kühlwasserkonditionierung
- Reinstwasseraufbereitung
- Überbetriebliche rationelle Wasserverwendung
- Abwasserbehandlung in der chemischen Industrie

Weitere Informationen erteilen Prof. Dr. Löffler und Doz. Dr. Nestler, zu erreichen über die
Technische Universität Dresden
Sektion Wasserwesen, Mommsenstraße 13
Dresden - 8027

AWIFLOC-311 – ein neues organisches Primärflockungsmittel zur Entfernung von Wasserschadstoffen

Obering. Wolfgang STARKE; Dr. Jörg WOTZKA, WWD Berlin, Institut für Wasserwirtschaft
Dr. Ulrich GOHLKE; Dr. Klaus DIETRICH, Institut für Polymerenchemie „Erich Correns" der AdW

In der DDR ist die Mehrfachnutzung des Oberflächenwassers wegen des geringen natürlichen Wasserdargebots unumgänglich /1/. Die wichtigsten Einsatzgebiete – Trinkwasser und industrielles Brauchwasser – erfordern eine Reinigung des Oberflächenwassers vor dem Einsatz. Der Flockung kommt bei dieser Reinigung wesentliche Bedeutung zu, sie gehört neben Sedimentation und Filtration zu den Hauptschritten des Verfahrens.

Weiterhin finden Flockungsmittel bei der Abwasserreinigung Verwendung. Hier werden Flockungsmittel zur Abtrennung biologisch schwer abbaubarer oder biozider Substanzen verwendet. Sie dienen damit entweder direkt oder durch Einleitung weiterer Trennverfahren (z. B. Ionenaustausch, Membrantrennverfahren) der Vorbereitung der biologischen Abwasserreinigung, die das wichtigste und effektivste Reinigungsverfahren für das Abwasser darstellt. Sowohl für die Oberflächenwasseraufbereitung als auch für die Abwasserreinigung eignen sich Primärflockungsmittel, wie die anorganischen Oxidhydrate von Aluminium und Eisen und hochmolekulare wasserlösliche organische Polymere (Flockulanten, Flockungshilfsmittel). Nur diese wasserlöslichen Flockulanten sind für das dritte große Einsatzgebiet der Flockungsmittel, die Schlammverdichtung, verwendbar.

Primärflockungsmittel sind bei der Wasserreinigung universell einsetzbar. Sie wirken durch Entladung der Wasserinhaltstoffe, durch Ausbildung von Isopolykationen und bei Fortschreiten der Hydrolyse durch Entstehung wasserdurchtränkter voluminöser Flocken, die Wasserinhaltstoffe einschließen und mit ausfällen. Nachteilig bei der Flockung mit anorganischen Metallsalzen wirken sich die Temperaturabhängigkeit der Flockung, die Bindung an einen engen *p*H-Bereich und die relativ geringe Sedimentationsgeschwindigkeit der Flocken aus.

Im Institut für Polymerenchemie „Erich Correns" (IPOC) wurde erstmals ein organisches Primärflockungsmittel synthetisiert. Charakterisiert wurde es in Zusammenarbeit mit dem Institut für Wasserwirtschaft. Es weist bei ähnlicher Wirkungsweise wie Eisen oder Aluminiumsalzen die Nachteile dieser Flockungsmittel nicht auf. Über dieses aus Polyacrylnitril (PAN) durch Modifizierung mit Dicyandiamid herstellbare Primärflockungsmittel mit der Entwicklungsbezeichnung GO und dem eingetragenen Warenzeichen AWIFLOC-311 soll im folgenden berichtet werden.

1. Synthese des Flockungsmittels GO

Bei Versuchen zur Herstellung von 1,3,5-Triazinpolymeren wurde die durch die Synthese von Benzo- und Acetoguanamin bekannte Aminolyse von Nitrilgruppen mit Dicyandiamid /2/ auf Polyacrylnitril übertragen. Diese Reaktion wurde bereits Mitte der 60er Jahre von japanischen Arbeitsgruppen /3, 4/ untersucht. Dabei erhielt man ein Polymer, das als ein Copolymer aus Acrylnitril und Acrylguanamin mit naphthyridinringähnlichen Cyclisierungsstrukturen aus dem Nitrilanteil beschrieben wurde /4/.

Da sich das Polymere jedoch bereits während der Reaktion verfärbt und ein Gel entsteht, wurden die Untersuchungen von *Iwakura* und Mitarbeitern /3/ an Styren-Acrylnitril-Copolymeren fortgesetzt. An den Copolymeren verläuft die Reaktion übersichtlicher und führt im Gegensatz zu der Modifizierung von PAN zu löslichen unverfärbten Styren-Copolymeren.

Im Ergebnis detaillierter Untersuchungen zur Umsetzung von PAN mit Dicyandiamid fanden wir, daß das Gel, das bei der Modifizierung von Polyacrylnitril entsteht, bei geeigneter Konzentration der Reaktanten und der Lösung durch intensives Rühren zu einer feinteiligen Suspension umgewandelt werden kann /5/. Durch Erhitzen dieser Suspension mit Salzsäure entsteht eine klare orangefarbige Lösung, aus der beim Abkühlen, rascher bei der Neutralisation, das Flockungsmittel als gelbe, leicht filtrierbare Substanz abgeschieden wird /6/.

Die Aminolyse des Nitrils verläuft nicht vollständig. Als Konkurrenzreaktion erfolgt Hydrolyse von Nitrilgruppen zu Amid- und Säurestrukturen. Es entsteht also ein Polymeres mit verschiedenartigen Strukturelementen, vgl. Bild 1, deren Eigenschaftskombination die für den Einsatz als Flockungsmittel notwendigen Wirkungen hervorruft.

2. Charakterisierung des Polymeren

Die im Bild 1 dargestellte Konstitutionsformel des mit Dicyandiamid modifizierten Polyacrylnitril stützt sich auf IR- und NMR (C^{13} und H^{1})-spektroskopische Untersuchungen, quantitative Aussagen auf Titrationen des Polymeren in Dimenthylsulfoxidlösung und die quantitative IR-Spektroskopie des 1,3-Strukturanteils im Polymeren.

Die Untersuchungen zeigen, daß der überwiegende Anteil der Nitrilgruppen bei der angewendeten Reaktionszeit zu Carbonamidgruppen (65 Mol%) hydrolisiert wird. 15,6% der Struktureinheiten wurden zur Säure hydrolysiert, ein Anteil in gleicher Größenordnung wird durch die Aminolyse des Nitrils zu 2,4 Diamino-1,3,5-Triazinstrukturen und N-Carbimidoyl-N'-Cyanguamidin-Einheiten umgewandelt. Der Anteil dieser stärker basischen Strukturen im Polymeren beträgt etwa 4 Mol%.

Der Polyampholytcharakter des Flockungsmittels ist Ursache für seine Wasserunlöslichkeit. Trübungstitrationen zeigen, daß die Ausfällung bei *p*H 2,5...3,0 beginnt und bei *p*H 3,5...4,0 abgeschlossen ist. Aus basischer Lösung beginnt die Ausfällung bei *p*H 8 und ist bei *p*H 5 vollständig. Der isoelektrische Punkt wurde als Minimum der Leitfähigkeitswerte und als Maximum der Trübungskurve bei *p*H 4,2 bestimmt (Bild 2). Bei *p*H-Werten unter 2,5 liegen die Carboxylgruppen undissoziiert und die Aminogruppen zu Ammoniumionen protoniert vor. Am isoelektrischen Punkt besteht Äquivalenz der dissoziierten Gruppen des Polymeren. Die intermolekulare Symplexbildung erreicht hier ihr Maximum; die durch diese Salzbildung bewirkte Kettenverzweigung führt zur Unlöslichkeit des Poly-

Eigenschaften von AW I FLOC - 311

1. Wirksubstanz = gelbes Pulver, löslich in Säuren (n/10 HCl, n/10 H_3PO_4) und Laugen (n/10 NaOH)

FM - Einsatz : 1proz. Lösung

2. Wirkung : Primärflockungsmittel bildet im pH-Bereich 3 - 9 voluminöse Aggregate, die Einschlußflockung und Entladung suspendierter Partikel bewirken.

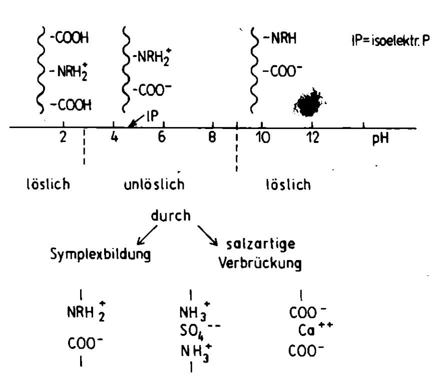


Bild 2 Eigenschaften von AWIFLOC-311

Bild 1
Chemische Struktur des Flockungsmittels

meren. Streulichtmessungen an den Polymerlösungen bei pH-Werten > 3 zeigen die Entstehung sehr großer Aggregate mit $M_w > 10^{10}$ Dalton in der Lösung an. Die Entstehung von löslichen Aggregaten mit so hohen Molmassen, die über spezifische Entladung auch adsorptiv die Koagulation fördern können, trägt zur Erklärung der Flockungswirkung mit diesem Flockungsmittel bei. Außerdem können auch einige zwei- oder mehrwertige Ionen mit mehreren Molekülen des Polymeren gleichzeitig undissoziierte oder wenig dissoziierte Salze bilden und auf diese Weise kettenverknüpfend wirken /7/. Bei der Reaktion polyvalenter Ionen mit mehreren Polymermolekülen entstehen symplexähnliche Strukturen mit hohen Molmassen, die schließlich die Löslichkeitsgrenze überschreiten und ausfallen. Fällende Ionen dieses Typs sind CO_3^{2-}, SO_4^{2-}, Zn^{2+} Mn^{2+}, Fe^{3+} und die Erdalkaliionen. Hier liegt die Ursache für eine wesentliche Beschleunigung der Flockung mit AWIFLOC-311 bei Verwendung von hartem Wasser oder dem separaten Zusatz z. B. von Magnesiumchlorid oder Calciumchlorid-Lösung bei der Flockung.

3. Versuchsergebnisse

3.1. Untersuchungsziel

Seit 1975 wird vom Institut für Wasserwirtschaft ein Katalog herausgegeben, der für den einzelnen Stoff bzw. das Handelsprodukt eine wassergütewirtschaftliche Charakterisierung in 13 Komplexen enthält. Er ist ein Arbeitsmittel für die Mitarbeiter der Wasserwirtschaft und Fachleute in der gesamten Volkswirtschaft, die sich mit Problemen der Wasserqualität, der Havariebekämpfung, des Gewässer- und Umweltschutzes beschäftigen.
Die vier Lieferungen der Jahre 1975, 1979, 1981 und 1984 umfassen 27000 Kennwerte für 700 volkswirtschaftlich relevante Chemikalien /8/. Zu den wichtigen im Zentrallabor des Instituts für Wasserwirtschaft experimentell ermittelten Kennwerten gehört die Flockung von Wasserschadstoffen. Zur Beurteilung der Flockungsmöglichkeit wird dabei folgende Gruppeneinteilung gewählt, die entsprechend auf die weiter unten mitgeteilten Versuchsergebnisse angewendet werden kann.

Gruppe	Bemerkungen	Reiniungs-effekt (%)
A	Durch Flockung gut eliminierbar	>70
B	Ungenügender Eliminierungseffekt	20...70
C	Durch Flockung nicht oder nur geringfügig eliminierbar	<20

3.2. Versuchsmethodik

Zur Charakterisierung und Bestimmung der Wirksamkeit eines Flockungsmittels oder eines Flockungsmittelgemisches ist neben den Flockungs- und Sedimentationseigenschaften besonders die Aufnahmekapazität für Wasserinhaltstoffe von Interesse. Bewährt hat sich der Becherglasversuch. Damit wird festgestellt, welche Faktoren (Ionenkonzentration, pH-Wert, Dispersitätsgrad) eingehalten werden müssen, um einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen.
Neben diesem Einsatz im Stadium der Entscheidung und Vorplanung einer Flockungsanlage wird der Becherglasversuch auch zur Routineüberwachung und Anpassung der Betriebsbedingungen an die sich verändernde Wasserbeschaffenheit eingesetzt. Die Versuche im Labor laufen unter sogenannten „Batch"-Bedingungen ab, d. h., Flockungsmitteldosierung, Vermischung und die nachfolgende Phase der flüssig-fest-Trennung finden in einem Reaktionsbehälter statt. In großtechnischen Anlagen wird jeder Reaktionsschritt in separaten Reaktoren realisiert. Die den Flockungsprozeß bestimmenden und beeinflussenden chemischen Variablen sind: Art und Menge des Flockungsmittels, pH-Wert des Wassers, die Konzentration gelöster Ionen und der Dispersitätsgrad der zu flockenden Substanz, so daß Versuche zur Vorabschätzung der einzusetzenden Flockungsmittel nach Art und Menge weiterhin unerläßlich sind.
Eine für den Flockungsprozeß wichtige physikalische Einflußgröße ist der mittlere Energieeintrag, der durch Rühren zur Entstabilisierung der dispersen Partikel führt. Dieser Vorgang ist geschwindigkeitsbestimmend für den gesamten Flockungsprozeß.
Unsere Untersuchungen im Labor wurden im Reihenrührwerk unter konstant gehaltenem Energieeintrag durchgeführt.
Für die Flockungsversuche wurde die AWIFLOC-311-Lösung in das durchmischte Wasser eindosiert. Die Versuchsergebnisse charakterisieren den Eliminierungseffekt von suspendierten Stoffen und die Aufnahmekapazität für gelöste Substanzen in Abhängigkeit von pH-Wert und Temperatur. Sie gestatten die Abschätzung der Reinigungseffekte in technischen Anlagen. Die Wirkung von AWIFLOC-311 wird hervorgerufen durch Einschlußflockung sowie Entladung der Wasserinhaltsstoffe in pH-Bereichen zwischen 3 und 9 und garantiert somit seine universelle Anwendbarkeit. Eine Vorhersage der Flockungswirkung bzw. des Eliminierungseffekts der Wasserinhaltstoffe ist quantitativ nicht möglich, so daß jeweils umfangreiche Versuche notwendig sind.
Zur analytischen Bestimmung der gelösten Inhaltstoffe wurde das nach der Sedimentation abgezogene Klarwasser über Glasfaserpapier filtriert oder gegebenenfalls auch zentrifugiert. Da das Flockungsmittel AWIFLOC-311 schnell und gut sedimentierbare Flockungspartikel bildete, reichten im wesentlichen 20minütige Absetzzeiten aus, um feststofffreies Klarwasser zu erhalten. Das Kriterium zur Charakterisierung der Wirksamkeit des organischen Flockungsmittels war die Ermittlung des Eliminierungseffekts gegenüber relevanten Wasserinhaltstoffen. Die Konzentrationen der geprüften Substanzen lagen zwischen 100 und 1000 ppm.
Im folgenden wird an einigen Beispielen für ausgewählte Wasserinhaltstoffe bzw. -gruppen die Effektivität des neuen Flockungsmittels nachgewiesen.

Tabelle 1 Wirksamkeit von AWIFLOC-311 bei der Flockung von anionaktiven Wasserinhaltstoffen

Substanz	AWIFLOC-311 ppm	Reinigungs-effekt %
2-Amino-4-nitrophenol	1 000	25,2
Pikrinsäure	1 000	42,4
	3 000	93
optische Aufheller		
FA 033	600	85
Wobital BBK	600	59,5
Wobital BTZ	600	89,8

3.3. Ergebnisse der Applikationsprüfungen
3.3.1. Flockung ausgewählter relevanter Wasserinhaltstoffe

Bedingt durch den kationischen Charakter des Flockungsmittels ist die Eliminierbarkeit von anionaktiven organischen Wasserinhaltstoffen (Tabelle 1) gut. Sulfonsäure- und Nitrogruppen begünstigen den Effekt in besonderem Maße. Mit steigender Molmasse der Wasserinhaltstoffe erhöht sich die Wirkungsweise beträchtlich /9/.
Bei den nichtionogenen und kationaktiven Wasserinhaltstoffen (Tabelle 2) waren die Eliminierungseffekte unterschiedlich, wobei bei den nichtionogenen überwiegend adsorptive Effekte und bei den kationaktiven die Ausbildung schwer löslicher Carboxylate die Flockungswirkung bestimmen /9/.
Kolloiddisperse Substanzen (Tabelle 3) werden aufgrund der hochwirksamen Einschlußflockung sehr gut aus dem Wasser entfernt /10/.
Im Vergleich zu den herkömmlichen Flockungsmitteln, wie Aluminiumsulfat oder Eisenchlorid, ist festzustellen, daß bei der Flockung von anionisch wirkenden Wasserinhaltstoffen weit bessere Eliminierungseffekte mit AWIFLOC-311 bei gleichen Einsatzmengen erreicht werden können. Die anderen Substanzgruppen ergaben ähnliche Eliminierungsleistungen.

Tabelle 2 Wirksamkeit von AWIFLOC-311 bei der Flockung von kationischen und nichtionogenen Wasserinhaltstoffen

Substanz	AWIFLOC-311 ppm	Reinigungs-effekt %
p-Nitranilin	1 000	13,7
p-Anisidin	1 000	5,4
Poly-DMDAAC	1 000	56,9
p-Toluolsulfonsäure-ethylester	1 000	25,3
Isopropylnitrat	1 000	45,3
2,6-Dichlor-4-Nitranilin	1 000	35,3
optischer Aufheller		
Wobital BTS	100	51,7
	600	78,3

Tabelle 3 Wirksamkeit von AWIFLOC-311 bei der Flockung von kolloiddispersen Wasserinhaltstoffen

Substanz	AWIFLOC-311 ppm	Reinigungs-effekt %
Esteröl	600	79,9
Sebacinsäureester	100	76,3
Polyethylsiloxan	200	100
Harzleim VS 50/B	1 000	77,9
Harzleim S 40/2	400	97,8
Harzleim D 35 „Collyt-Nova"	200	100

Tabelle 4 Wirksamkeit von AWIFLOC-311 bei der Flockung von komplexen Metallsalzcyaniden aus Wässern

Substanz	AWIFLOC-311 ppm	Reinigungs-effekt %	pH-Wert
$K_3[Fe(CN)_6]$	2 000	34,4	6,0
$K_4[Fe(CN)_6]$	2 000	55,6	4,0
	2 400	72,3	5,8
	2 000	93,3	3,9
$K_3[Cu(CN)_4]$	500	67	5,0
	2 000	85,5	3,4
$K_2[Cd(CN)_4]$	500	4	4,0
	1 000	17	≈ 3
$K_2[Ni(CN)_4]$	2 000	33	5,2
	2 000	51,5	4,3
$K_2[Zn(CN)_4]$	2 400	35	7

3.3.2. Flockung von Schwermetallkomplexen

Interessante Ergebnisse wurden bei der Flokkung von komplexen Metallsalzcyaniden (Tabelle 4) erzielt. Ohne vorangegangene Zerstörung des Cyanidkomplexes durch Oxydationsmittel konnten nach Zugabe von 400 bis 2400 ppm AWIFLOC-311 Eliminierungseffekte bis zu 93% erreicht werden. Die Flockung erfolgt durch Salzbildung mit den Komplexbildnern und ist bis in den basischen Bereich wirksam /11/.

3.3.3. Flockung von Farbstoffen

Bei der Behandlung von Farbstoffabwässern, belastet mit anionischen und nichtionogenen Farbstoffen (Tabelle 5) trat eine fast vollständige Entfärbung ein. Die Dosierungsmengen waren bedeutend geringer als beim Einsatz von anorganischen Flockungsmitteln. Die Regenerierung des organischen Flockungsmittels und die Wiedergewinnung der Farbstoffe ist möglich /15/.

3.3.4. Flockung von Abwässern der Möbelfolienproduktion

Ein mit Latex, Pyridin, Picolinsäureanhydrid und Formaldehyd stark belastetes Abwasser mit einem durchschnittlichen CSV-Cr(HS)-Anteil von 295 g $\cdot$ $l^{-1}O_2$ konnte mit AWIFLOC-311 soweit vorgereinigt werden, daß eine biologische Behandlung gemeinsam mit kommunalen Abwässern möglich wurde.
Im Vergleich mit herkömmlichen Flockungs- und Neutralisationsmitteln war der Eliminierungseffekt, gemessen an der Verminderung des CSV-Cr(HS)-Gehalts, 7mal höher. Die Einsatzmengen an AWIFLOC-311 lagen bei 500 ppm entsprechend 1,3 mg Flockungsmittel pro 1 g CSV-Cr(HS).

3.3.5. Flockung von anionaktiven Tensiden

Oberflächenaktive Substanzen stellen aufgrund der hohen Produktionsmengen und des ubiquitären Einsatzes eine besondere Gefährdung für die Gewässer dar. AWIFLOC-311 bereichert speziell für die anionaktiven Tenside die Palette der Eliminierungsverfahren. Die Tabelle enthält die Flockungsergebnisse für sieben ausgewählte Tenside. Bei einem durchschnittlichen Einsatz von 600 ppm Flockungsmittel und *p*H-Werten über 5 differiert der Reinigungseffekt zwischen den einzelnen Stoffen deutlich. Eine *p*H-Wert-Senkung verbessert die Wirkung beträchtlich, wie die Gegenüberstellung der Werte für Rodapon N 50 von 19%:75% beweist /12/.

3.3.6. Flockung zur Entfernung von Algen und Bakterien

Bei der Aufbereitung von Wässern stören neben anorganischen und organischen Wasserinhaltstoffen auch Algen und Bakterien in hoher Populationsdichte. In eutrophierten Gewässern stellen die bei Algenmassenentwicklungen entstehenden Algentoxine eine Gefahr für die anderen Wasserorganismen dar. Durch den Einsatz von AWIFLOC-311 in einer Konzentration von 40 ppm in Heimaquarien konnten die ausgeflockten Algen problemlos über ein Filter abgezogen werden /13/.

Tabelle 5 Wirksamkeit von AWIFLOC-311 bei der Flockung von anionischen und nichtionogenen Farbstoffen aus Wässern

Substanz	AWIFLOC-311 ppm	Reinigungseffekt %
Columbiaechtscharlach	400	99,8
Xinon-Scharlach RHD	600	100
Columbiaechtschwarz	200	100
Solaminlichtgelb	100	100
Methachrombraun	200	100

Tabelle 6 Wirksamkeit von AWIFLOC-311 bei der Flockung von anionenaktiven Tensiden aus Wässern

Substanz	AWIFLOC -311 ppm	Reinigungseffekt %	*p*H-Wert
Natriumalkylmonosulfonat	600	82	5,5...7,5
Alkylmethyltaurid	600	66	5,5...7,5
Natriumalkylpolysulfonat (Mersolat D)	600	65	5,5...7,5
Natriumalkylmonosulfonat (E 30)	1 000	31	5,5...7,5
	600	61	2,9...4,0
Alkylbenzolsulfonat (Rodapon N 50)	600	19	5,5...7,5
	600	75	2,9...4,0

Zur Entkeimung von Wässern werden bevorzugt Oxydationsmittel eingesetzt. Nachteil dieser Methode ist bekanntlich die vorherige Behandlung der Wässer zur Entfernung relevanter Wasserinhaltstoffe. Durch den Einsatz von AWIFLOC-311 wird erreicht, daß die Bakterien fast vollständig bei gleichzeitiger Verminderung suspendierter und gelöster Inhaltstoffe abgetrennt werden. Dosierungsmengen von 100 ppm sind ausreichend /14/.

4. Schlußfolgerungen und Zusammenfassung

Zur Beurteilung der Belastung eines Abwassers ist neben dem chemischen Sauerstoffbedarf die Toxizität von erheblicher Bedeutung. Das besondere Schwergewicht liegt bei den schwerabbaubaren Verbindungen. Ein neues Mittel für die Abreicherung durch Flokkung stellt das organische Primärflockungsmittel AWIFLOC-311 dar. Die im durchgeführten Versuchsprogramm zur Abwasserreinigung eingesetzten Mengen lagen zwischen 100 und 2400 ppm. Die Eliminierungseffekte sind stoffspezifisch und waren für einige relevante Wasserinhaltstoffe teilweise beträchtlich höher als beim Einsatz von $Al_2(SO_4)_3$ $18H_2O$ oder $FeCl_3$ $6H_2O$.
Bei der Flockung von kolloiddispersen Substanzen wurden sehr gute Eliminierungseffektive erzielt. Positiv waren die Ergebnisse zur Entfernung von Cyanidkomplexen von Schwermetallen, da ohne vorherige Zerstörung des Komplexes mit Oxydationsmitteln eine weitgehende Eliminierung erreicht wurde. Auch die Eliminierung von Tensiden speziell im sauren Bereich war sehr gut. Anionisch wirkende Stoffe werden vorrangig und mit gutem Effekt durch das Flockungsmittel AWIFLOC-311 eliminiert.

Die Anwendung des organischen Flockungsmittels AWIFLOC-311 wird im wesentlichen von ökonomischen Aspekten bestimmt, wobei der abgeschätzte Preis deutlich über dem für die anorganischen Flockungsmittel liegt. Das Produkt AWIFLOC-311 wird damit die herkömmlichen anorganischen Flockungsmittel nicht ablösen, es ist jedoch aufgrund seiner universellen Wirksamkeit und seiner Anwenderfreundlichkeit (beispielsweise *p*H-Wert-Grenzen zwischen 3 und 9, schnell sedimentierbare und gut flotierbare Flocken auch bei niedrigen Wassertemperaturen) ein Spezial- bzw. Havariemittel. Es gibt bisher keine Vergleichsprodukte, die gleiche Wirkungsmechanismen aufweisen.

Literatur

/1/ *P. Lösel:* Spectrum **14**, 4 (1983), S. 5–7
/2/ *J. Thurston:* USP 2309 679 (1943)
/3/ *Y. Iwakura; K. Uno; S. Shiraishi:* Bull. chem. Soc. Japan **38** (1965), S. 1820–1824
/4/ *Y Nomura; T. Yoshida; T. Kakurai; T. Noguchi:* Yuki Gosei Kagaku Kyokai Shi **24** (1966), S. 125–131
/5/ *U. Gohlke; K. Dietrich; C. Bischoff:* DD-PS 210 290 (1982)
/6/ *U. Gohlke; K. Dietrich:* DD-PS 211 795 (1982)
/7/ *M. Jekel; H. Sontheimer:* Vom Wasser **51** (1978), S. 81–95
/8/ Autorenkollektiv: Wasserschadstoff-Katalog. 1. Lieferung 1975, 2. Lieferung 1979, 3. Lieferung 1981, 4. Lieferung 1984. Institut für Wasserwirtschaft, Berlin
/9/ *W. Starke; J. Wotzka; U. Gohlke; K. Dietrich:* DD-WP 217 197, C 02 F 1/56
/10/ *W. Starke; J. Wotzka; U. Gohlke; K. Dietrich:* DD-WP 217 195, C 02 F 1/56
/11/ *W. Starke; J. Wotzka; U. Gohlke; K. Dietrich; M. Berger:* DD-WP 241 890, C 02 F 1/56
/12/ *W. Starke; J. Wotzka; B. Giest; J. Krukowski; U. Gohlke; K. Dietrich:* WP C 02 F / 295 070-2
/13/ *U. Gohlke, K. Dietrich; E. Bonatz:* DD-WP 223 430, C 02 F 1/56
/14/ *W. Starke; J. Wotzka; U. Gohlke; K. Dietrich; St. Pfitzner:* DD-WP 227 424, C 02 F 1/56

Information

Fallstudien zur Reduzierung der Schadstoffe aus Galvanisierprozessen in der Elektronikindustrie

J. of the Air Pollution Control Association – New York 37 (1987) 6. – S. 723–732

Vorgestellt werden die Ergebnisse von Fallstudien zur Effektivierung und Reduzierung der Schadstoffe von Plattierungsprozessen. Die Ergebnisse basieren auf aktuellen Datensammlungen dieser Prozesse, einschließlich Effektivitäts-, Umwelt- und ökonomischer Gegebenheiten. Es geht in diesen Fallstudien in erster Linie um die Reduzierung der Kupfer-, Zink- und Bleischlämme, die als Abprodukt bei der Plattierung entstehen, und um die Reduzierung der Verfahrenskosten.

Charakterisierung der Filtrationseigenschaften von wasserwirtschaftlichen Schlämmen mittels CST-Methode

Dipl.-Ing. Michael STOMPOR, KDT
Beitrag aus dem Forschungszentrum Wassertechnik Dresden

Die Charakterisierung und zielgerichtete Beeinflussung der Entwässerungseigenschaften von Schlämmen gewinnt im Hinblick auf eine umweltschutztechnisch und ökonomisch optimale Betriebsführung von Abwasserbehandlungsanlagen an Bedeutung. Der spezifische Filterkuchenwiderstand als eine wesentliche Größe zur Charakterisierung der Filtrationseigenschaften und zur Auslegung von Filtrationsprozessen ist aufgrund der hohen Dynamik aufkommender neuer Schlammbehandlungsverfahren einerseits und aufgrund der relativ aufwendigen und fehlerträchtigen Bestimmung andererseits nicht für alle Anwendungsfälle geeignet. Besonders die Probleme der Dosisoptimierung von Flockungsmitteln und der Anlagenüberwachung können oft unter Anwendung des spezifischen Filterkuchenwiderstandes nicht oder nur mit unvertretbar hohem Aufwand gelöst werden. Auch durch die rechnergestützte Auswertung der Versuche – ein entsprechendes BASIC-Dialog-Programm für PC 1715 und A5120 im Betriebssystem CP/A wurde im Forschungszentrum Wassertechnik entwickelt – können die genannten und weitere Probleme oft nicht aufwandsoptimal gelöst werden.

Unter diesen Bedingungen ist eine Methode vorteilhaft, die es gestattet, in relativ kurzer Zeit eine hinreichende Menge von Daten zur Filtrierbarkeit der Schlämme mit der erforderlichen Zuverlässigkeit zu gewinnen. Besonders geeignet erscheint uns unter diesem Gesichtspunkt die von *Baskerville* und *Gale* (Großbritannien) bereits in den 60er Jahren entwickelte CST-Methode. Die Abkürzung steht für **Capillary Suction Time,** also **Kapillarsaugzeit.** Das Prinzip dieser Filtrationsmethode besteht darin, die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Front des lediglich durch den Kapillarsog eines geeigneten Papiers aus einer mit der entsprechenden Schlammprobe gefüllten Hülse entzogenen Schlammwassers zu messen. Damit liegt ein entsprechender Versuchswert unmittelbar nach Ende des je nach Filtrierbarkeit des Schlamms 30 s bis etwa 10 min dauernden Einzelversuchs vor. Die Bilder 1 bis 4 zeigen den prinzipiellen Versuchsablauf und die (zum Teil funktionsbestimmenden) Abmessungen der von uns verwendeten Anordnung. Bild 5 zeigt ein von uns verwendetes Gerät mit Zeitnahme über

(Fortsetzung Seite 108)

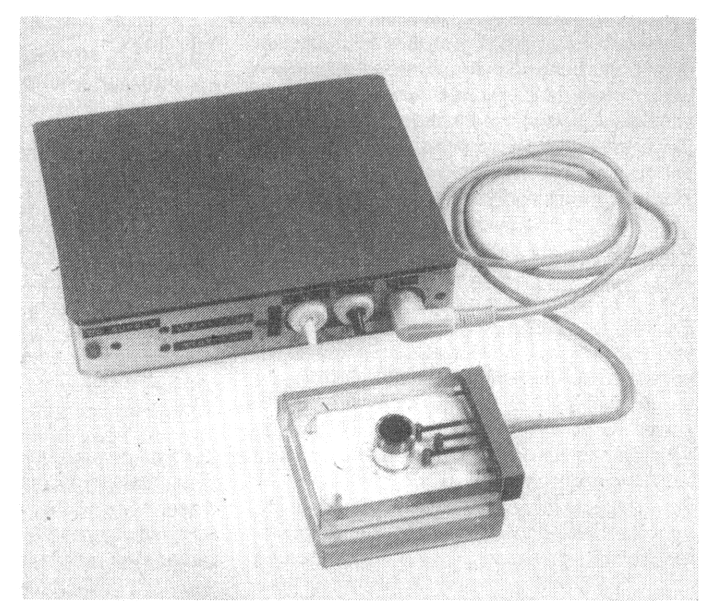


Bild 5 Von uns verwendetes CST-Gerät mit elektronischer Aufnahme. Foto: *M. Ewert*

Prinzip der CST-Methode

1 Die Meßhülse ist gestrichen mit der Schlammprobe gefüllt worden.

2 Beginn der Ausbildung des Filterkuchens und Ausbreitung der Filtratfront im Papier

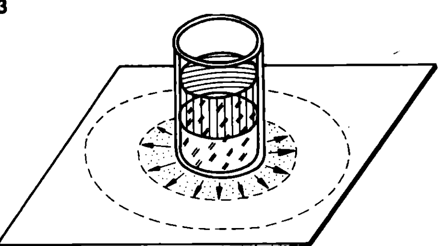
3 Die Filtratfront hat den Bezugskreis für Beginn der CST-Messung erreicht.

4 Die Filtratfront hat den Bezugskreis für Beendigung der CST-Messung erreicht; über dem ausgebildeten Filterkuchen befindet sich ordnungsgemäß noch eine Schlammsuspensionsschicht.

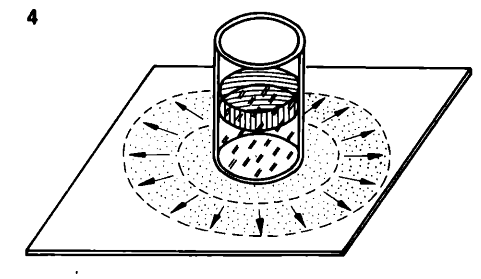
1

2

3



4



Erhöhung der Schutzwirkung des Dünendeiches Dranske durch den Bau eines Wellenumlenkers

Dr.-Ing. Reinhard WIEMER, KDT
Beitrag aus der Wasserwirtschaftsdirektion Küste

Nachdem auf der binnenseitigen Böschung eines Dünendeiches bei Dranske/Rügen eine Versorgungsleitung verlegt wurde, waren deren Fundamente kurzfristig vor Seegangsbelastungen bei extremen Hochwässern zu schützen. Eine Erhöhung des Dünendeiches schied jedoch ebenso aus wie die Sicherung der einzelnen Fundamente der Rohrleitung vor Auskolkung. Beide Maßnahmen hätten entweder zu viel Platz beansprucht oder wären zu zeit- und kostenaufwendig gewesen.
Erstmalig im Küstenwasserbau der DDR wurde daher die im folgenden beschriebene unkonventionelle Konstruktion angewendet.

1. Charakterisierung des Küstenabschnitts

Der Bereich des Übergangs vom pleistozänen zum holozänen Ufer südlich des Ortes Dranske auf der Halbinsel Wittow (Rügen), der Burger Hals, birgt an seiner schmalsten, nur 40 m breiten Stelle, hinsichtlich des Hochwasserschutzes besondere Probleme. Zum einen muß ein Durchbruch von der Ostsee zum Wieker Bodden verhindert werden, zum anderen ist die über den Burger Hals führende Straße vor Überflutungen zu sichern. In der Vergangenheit mußten hier immer wieder Maßnahmen zum Schutze dieses Abschnitts ergriffen werden. Zuletzt wurde 1970 die vorhandene Düne durch bauliche Maßnahmen gesichert. Als baupraktische Erprobung wurde in Fertigteilbauweise ein Asphaltrauhdeckwerk auf der seeseitigen Böschung (Neigung 1:2,5) errichtet /1/. Ohne die beiderseitigen Flankensicherungen beträgt seine Länge 175 m. Der Böschungsfuß besteht aus Setzsteinvergußelementen auf 2 mm starkem Polyäthylen-Plattenmaterial mit einer Molensteinpackung. Asphaltmatten schützen die Krone auf einer Breite von 4,0 m. Der maßgebende Wasserstand für Küstenschutzbauwerke liegt im Abschnitt Dranske bei +2,40 m NN. Mit einer Bemessungswellenhöhe von 2,0 m und der daraus abgeleiteten Wellenauflaufhöhe von 3,26 m hätte die Bauwerkskrone auf +5,66 m NN gelegt werden müssen, um das Bemessungshochwasser überlauffrei zu kehren. Da die Grundfläche des Dünendeiches jedoch begrenzt ist, mußte eine Kronenhöhe von nur 2,95 m NN (Außenseite) bis 3,07 m NN (Binnenseite) gewählt werden. Das entspricht einem Bemessungswasserstand von +1,25 m NN, einem Wasserstand, der im Mittel einmal in 20 Jahren auftritt.

2. Der Wellenumlenker

Die Rohrleitung sollte jedoch auch vor größeren Hochwässern geschützt werden. Eine einfache Lösung wurde gefunden, eine Lösung, die auch gleichzeitig die Überflutungsgefahr für die Landenge Burger Hals und die über sie führende Straße vermindert. Sie bestand im Bau eines „Wellenumlenkers“, einer uferparallelen Mauer mit konkaver Außenkontur an der binnenseitigen Böschungskante der Krone des Dünendeiches (Bild 1). Erfahrungen zur Bemessung und Wirkung solcher Wellenumlenker lagen nicht vor. Bekannt waren lediglich folgende Konstruktionsgrundsätze /2, 3/:

- Eine elliptische Außenkontur des Wellenumlenkers ist einer kreisförmigen vorzuziehen; die Aufspritzhöhe bei kreisförmiger Kontur ist bei sonst gleichen Bedingungen um 20 bis 25% größer als bei einer elliptischen Kontur.
- Der Wellenumlenker ist auf einer Höhe aufzustellen, die mindestens um die Höhe der Bemessungswelle über dem Bemessungswasserstand liegt.
- Die Oberkante des Wellenumlenkers soll der oberen Grenze des Wellenauflaufes auf eine Böschung ohne Umlenker entsprechen.

Die beiden letzten Forderungen setzen der Wahl der Abmessungen für den Wellenumlenker enge Grenzen, wenn die Aufstellhöhe-wie im gegebenen Fall-mit dem vorhandenen Dünendeich bereits fest vorgegeben ist.
Für den Wellenumlenker Burger Hals wurde der in Bild 2 dargestellte Querschnitt gewählt. Die wirksame Höhe des Wellenumlenkers beträgt demnach 0,95 m. Durch die Anordnung des Wellenumlenkers an der binnenseitigen Böschungskante wirkt die 4 m breite Deichkrone als Berme. Die Wellenauflaufhöhe wird dadurch herabgesetzt. Mit den gewählten Abmessungen kann nunmehr bei einem Bemessungswasserstand von +1,69 m NN eine Welle mit einer Höhe von 1,41 m überlauffrei auflaufen. Eine Auflaufhöhe von 2,33 m wurde hierbei ermittelt. Der Burger Hals mit Straße und Versorgungsleitung ist somit vor einem Sturmhochwasser mit einem Wiederkehrsintervall von ungefähr 200 Jahren und den dabei auftretenden höchsten Wellen geschützt. Entsprechend o. g. erstem Konstruktionsgrundsatz wurde der Außenkontur des Wellenumlenkers ein elliptisches Aussehen der Form

$$\frac{x^2}{0{,}3^2} + \frac{y^2}{0{,}23^2} = 1$$

gegeben.
Auf einen allmählichen Übergang vom Wellenumlenker zur Dünenkrone ist verzichtet worden. Der Wellenumlenker besteht aus vorgefertigten, 1 m langen Elementen aus Beton der Güte HB 160-II-W4-F'75 (Bild 3), die von einem Autokran auf einem Unterbeton von 0,15 m Dicke verlegt wurde. Sie besitzen eine Masse von 1165 kg. Auf eine konstruktive Bewehrung der Elemente konnte verzichtet werden. Die Sichtflächen sind schalungsglatt. Einen gewissen Verbund zwischen den Elementen gibt die Verfüllung der seitlichen Nuten mit Ortbeton.

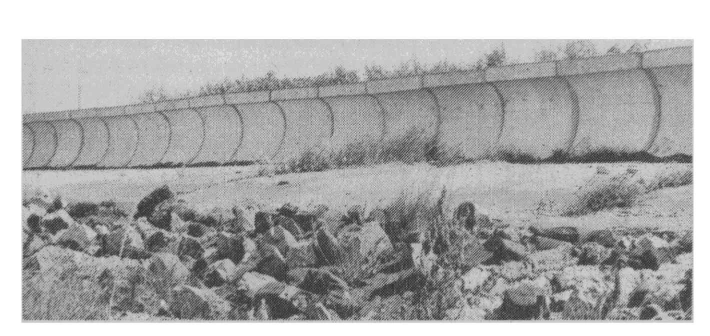


Bild 1 Gesamtansicht des Wellenabweisers Dranske/Burger Hals

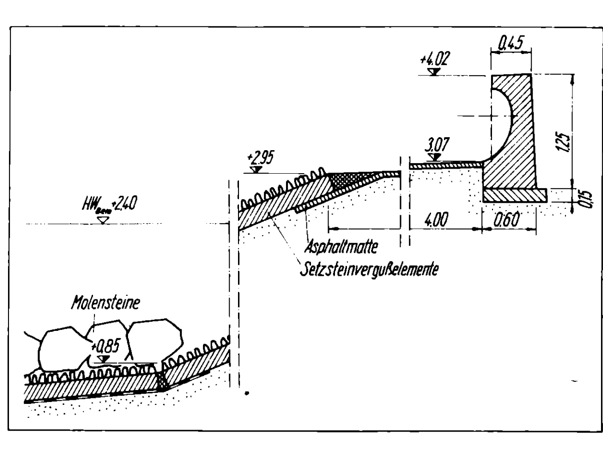


Bild 2 Deckwerk Dranske/Burger Hals mit Wellenabweiser



Bild 3
Einzelelement des Wellenabweisers

Die Kippsicherheit der Einzelelemente des Wellenumlenkers ist in jedem Falle gewährleistet, selbst wenn der maßgebende Wasserstand von +2,40 m NN mit den dabei höchstmöglichen Wellen auftritt. Hierbei werden die maximal möglichen hydrostatischen und hydrodynamischen Kräfte aus dem Seegang sowie der Auftrieb (unter der ungünstigsten Annahme einer vollständigen Durchsickerung des Dünendeiches) berücksichtigt.

3. Vorteile des Wellenumlenkers

Die Errichtung des Wellenumlenkers wies gegenüber anderen Lösungen eine Reihe von Vorteilen auf. Dazu zählen:

- Mit der Sicherheit für die Leitung wurde gleichzeitig die Hochwassersicherheit für die Landenge Burger Hals mit der über sie führenden Straße verbessert.
- Die Grundfläche des Dünendeiches mußte nicht vergrößert werden; die Trasse der vorhandenen Straße wurde damit nicht beeinträchtigt.
- Erdarbeiten zur Erhöhung des Deiches erübrigten sich.
- Aufwendige Sicherungen der einzelnen Fundamente der Versorgungsleitung entfielen.
- Durch die Verwendung von Fertigteilen konnten die Vorteile ihrer Herstellungs- und Einbautechnologie genutzt werden; die Verlegearbeiten auf dem Dünendeich nahmen nur geringe Zeit in Anspruch.

Konstruktionen dieser Art sind vor allem dort vorteilhaft einsetzbar, wo weitgehend scharliegende Hochwasserschutzanlagen errichtet werden oder wo deren Leistungsfähigkeit bei begrenzter Grundfläche zu verbessern ist. Im Staudammbau können sie zu einer Verminderung der Kronenhöhe und damit zu erheblicher Kosteneinsparung beitragen. Es wird empfohlen, vor einer weiteren Anwendung gesicherte Bemessungsgrundlagen anhand von Modellversuchen zu erarbeiten.

Literatur

/1/ *Weiss, D.:* Asphaltrauhdeckwerke in Fertigteilbauweise als Böschungsbefestigung scharliegender Hochwasserschutzanlagen der Ostseeküste. In: „Wasserwirtschaft-Wassertechnik“ **23** (1973) 6, S. 207–212

/2/ *Pyskin, B. A.:* Dinamika begerov vodochranilišč. Izdatel'stvo „Naukova dumka“, Kiev 1973

/3/ *Šajtan, V. S.:* Kreplenijà zemljanych otkosov gidrotechničeskich sooruženij. Strojizdat, Moskva 1974

(Schluß von Seite 106)

feuchtesensitive Kontakte und elektronischer Auswerteschaltung. Ausgehend von diesem Prototyp werden in betrieblicher Neuerertätigkeit nachnutzbare Grundlagen für den Bau weiterer, kleinerer und komfortverbesserter CST-Geräte geschaffen. Die Stromaufnahme der Auswerteschaltung ist äußerst niedrig, so daß ein Auswechseln der 4,5-V- bzw. 9-V-Batterie erst nach längerer Betriebszeit erforderlich wird.
Über den Inhalt der Nachnutzungsunterlagen hinaus wurde ein umfangreicher Beitrag zu Möglichkeiten, Grenzen und speziellen Anwendungen der CST-Methode mit einem entsprechenden Literaturverzeichnis zusammengestellt. Zusammen mit weiteren Informationen erhalten interessierte Nutzer dieses Material vom

Forschungszentrum Wassertechnik

Abt. Vorlaufforschung, PSF 567
Dresden, 8060
Tel. Dresden 5 24 11/22



Arbeit der KDT

Komplexes überbetriebliches KDT-Objekt ‚Untersuchung zur Reduzierung der Schwermetallbelastung im Zulauf der Kläranlage Dresden-Kaditz‘ wird fortgesetzt

Entsprechend den Erfordernissen der weiteren Gestaltung des Sozialismus in der DDR und der ökonomischen Strategie des XI. Parteitages der SED hat sich die Bezirksfachsektion Wasserwirtschaft des Bezirksvorstandes der Kammer der Technik Dresden die Aufgabe gestellt, im Rahmen der Sanierung der Oberen Elbe das 1984 begonnene komplexe KDT-Objekt ‚Untersuchung zur Reduzierung der Schwermetallbelastung im Zulauf der Kläranlage Dresden-Kaditz‘ weiterzuführen.
Unter Einbeziehung von Vertretern des VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Dresden, der Staatlichen Bauaufsicht, der Technischen Universität Dresden, der Leitstelle für rationelle Wasserverwendung, der örtlichen Staatsorgane (Rat des Bezirks und Rat der Stadt Dresden), der Ständigen Kommission für Umweltschutz, Wasserwirtschaft und Allgemeine Landwirtschaft der Stadtverordnetenversammlung Dresden sowie von Vertretern bezüglich der Abwasserbehandlung bedeutungsvoller Betriebe der Städte Dresden und Freital wurden vier Arbeitsgruppen gebildet, die nachfolgende Schwerpunktaufgaben bearbeiten.

1. Präzisierung der Schwermetallbilanz im Zulauf der Kläranlage Dresden-Kaditz mit Ableitung von Forderungen an Betriebe
2. Betriebswasserwirtschaftliche Prozeßanalysen in Betrieben zur komplexen Abwasserableitung und -behandlung
3. Ermittlung des Bauzustandes des Kanalnetzes und Konzipierung einer den veränderten hydraulischen Bedingungen angepaßten Räumtechnologie
4. Schadlose Beseitigung und Verwertung von Abprodukten (vor allem) der oberflächenveredelnden Industrie.

Das Ziel dieses komplexen KDT-Objekts ist die Erarbeitung einer Dokumentation, die für die erforderlichen Investitionsvorbereitungen und Grundsatzentscheidungen zum Zwecke der Beachtung aller wasserwirtschaftlichen Voraussetzungen und Erfordernisse, zur Einflußnahme auf die Senkung des Bauaufwandes sowie auf eine schnelle Inbetriebnahme der erforderlichen Investitionsmaßnahmen genutzt werden soll.
Im Dezember 1988 sollen die ersten abrechnungsfähigen Teilergebnisse vorliegen. Es besteht das Ziel im Jahr 1990 dieses gesamte KDT-Objekt abzuschließen. *Haubenreißer*

Bezirksfachsektion Wasser

Seminar des Komitees für Wasserprobleme der ECE zum „Schutz des Bodens und der Grundwasserleiter vor diffusen Verunreinigungen" Madrid, Oktober 1987

Prof. Dr. sc. techn. Dieter LAUTERBACH, KDT
Beitrag aus dem Institut für Wasserwirtschaft, Berlin

1. Einleitung

Die Diskussion der etwa 50 Fachleute basierte auf rund 40 eingereichten Beiträgen aus den ECE-Mitgliedsländern und 4 Rapporteursberichten zu den Schwerpunkten:

I. „Strategie, gesetzliche und technische Maßnahmen zur Bekämpfung der Verunreinigungen des Bodens und Grundwassers vor diffusen Quellen"
- Maßnahmen in der Landwirtschaft
- Maßnahmen bei Urbanisierung, Transport und Luftverunreinigung.

II. „Planung der Landnutzung als Mittel für den Schutz des Bodens und Grundwassers"
III. „Ökonomische Berechnung von Aufwand und Nutzen beim Schutz des Bodens und Grundwasser vor diffuser Verunreinigung"

Die zusammenfassende Wertung der Ergebnisse des Seminars erfolgte durch die Annahme von Schlußfolgerungen und Empfehlungen. Letztere wurden dem Komitee für Wasserprobleme der ECE zur Beratung und Bestätigung vorgelegt, um sie an die Regierungen der ECE-Mitgliedsländer zu übergeben. Weiterhin ist eine Abstimmung im Rahmen anderer ECE-Gremien vorgesehen, mit dem Ziel, gemeinsame Aktivitäten festzulegen.
Die Delegierten der einzelnen Länder berichteten sowohl über analytische Ergebnisse der Belastung von Boden und Grundwasser, als auch über Maßnahmen zum vorbeugenden Schutz und zur Bekämpfung. Es wurde festgestellt, daß bei insgesamt zunehmenden Kenntnissen – trotz beträchtlicher Lücken im Verständnis der Wirkungen einer großen Palette von Substanzen im Boden und Wasser – die wichtigsten Ursachen für die Belastung bekannt sind.
In den ECE-Ländern sind die Hauptquellen der diffusen Verunreinigungen
- die Landwirtschaft
- der Abfluß vor stark urbanisierten Gebieten
- Abflüsse und Leckagen in Verbindung mit Transport- und Lagerhaltungsprozessen und
- die atmosphärische Deposition.

Das breite Spektrum der Kontaminationsursachen erfordert sehr komplexe Maßnahmen, die, beginnend bei gesetzlichen Regelungen, ihre Untersetzung durch Richtlinien, Empfehlungen und Standards, bis hin zu technischen Maßnahmen bei der Projektierung und Realisierung von Anlagen reichen. Nach übereinstimmender Ansicht ist die Planung der Landnutzung, vor allem im Zusammenhang mit einer Mehrfachnutzung der Flächen, ein wirkungsvolles Instrument des vorbeugenden Schutzes. Die ökonomischen Regelungen gestalten sich schwierig, da bei diffusen Flächenbelastungen eine Vielzahl von Einflüssen unterschiedlicher Nutzungen nur in der summarischen Auswirkung sichtbar werden, so daß ohne zentrale staatliche Regelungen weder die Bereitstellung ökonomischer Mittel für die Überwachung, noch die Beseitigung der Gefahren, abgesichert werden kann.

Es ist notwendig, eine breite Aufklärungsarbeit über die potentielle Gefährdung zu leisten, um in den verschiedenen Bereichen der Gesellschaft aktiv entgegenwirken zu können. Es wurde festgestellt, daß dazu eine umfangreiche Schulungsarbeit, z. B. bei Agronomen, Planern und Projektanten, zu leisten ist, damit sie im Rahmen der Wahrnehmung ihrer Verantwortung die Gegenmaßnahmen unterstützen.

Im folgenden wird in zusammengefaßter Form auf wichtige Hauptergebnisse eingegangen. (Alle Beiträge und das Abschlußdokument liegen im Institut für Wasserwirtschaft, Berlin, vor).

2. Quellen der diffusen Verunreinigung

2.1. Generelle Charakterisierung der diffusen Verunreinigungen

Unter den „nicht-punktförmigen" (diffusen) Verunreinigungen werden jene zusammengefaßt, deren Auswirkungen als flächenhafte Belastung auftreten. Dabei kann der Stoffeintrag sowohl flächenhaft als auch lokal erfolgen. Diese Verunreinigungen sind stark durch die Variabilität von Niederschlag und Abfluß beeinflußt. Eine ausreichend genaue Charakterisierung, Überwachung und Bekämpfung des Kontaminationsprozesses ist häufig nicht möglich und schließt bedeutende Unsicherheiten ein. Die Verursacher sind teilweise nicht hinreichend indentifizierbar. Trotzdem sind anhand der beobachteten Auswirkungen, wenn auch erst nach längerer Zeit, die tatsächlichen Ursachen feststellbar. Die große Breite der Risikofaktoren und ihre mögliche Überlagerung erfordern ein sehr detailliertes, aber auch ein sehr komplexes Wissen über die ablaufenden Prozesse. Die Erweiterung dieses Wissens hat oberste Priorität und ist Voraussetzung für die Entwicklung von Berechnungsmethoden und für Gegenmaßnahmen. Bereits im Stadium der Erarbeitung von Konzeptionen für die Überwachung sind die Spezifika der diffusen Verunreinigungen zu beachten.

Ungeachtet der Wissenslücken kann jedoch festgestellt werden, daß Vorbeugungsmaßnahmen zur Verhinderung von Verunreinigungen des Bodens und des Grundwassers die effektivsten sind. Langfristig gesehen sind sie nicht nur wirkungsvoller, sondern auch billiger als Sanierungsmaßnahmen für bereits geschädigte Ökosysteme.

2.2. *Diffuse Verunreinigungen durch die landwirtschaftliche Produktion*

Die von der Landwirtschaft ausgehenden Risiken stammen im wesentlichen von
- der intensiven Düngung mit mineralischen Düngemitteln, aber z. B. auch mit Klärschlamm, der unzulässig mit Schwermetallen belastet ist,
- der Intensivviehhaltung, mit einer hohen Konzentration von Tieren und der fehlenden Möglichkeit einer kontinuierlichen Ausbringung hochkonzentrierter Exkremente
- der Nutzung einer zunehmenden Zahl neuer chemischer Substanzen, wie Herbizide, Fungizide, Insektizide u. a.

Neben den auch in der DDR bekannten Maßnahmen für eine zweckmäßige Gestaltung der landwirtschaftlichen Bodennutzung wird der Erarbeitung von Nährstoffbilanzen große Bedeutung beigemessen, die zu einer möglichst niedrigen Auswaschung in das Grundwasser und zu niedriger Anreicherung im Boden führen müssen. Zur Bewältigung der großen Düngermengen der Viehintensivhaltungen, die aus der Disproportionalität der Unterbringungsfläche und des Viehbestandes herrühren, hat sich in einigen Fällen die Einrichtung von „Güllebanken", von denen aus der Transport in unterversorgte Gebiete erfolgt, bewährt. Auch die Stabilisierung organischer Dünger zu Trockenprodukten zum Verkauf, die Güllebehandlung analog der kommunalen Abwasserbehandlung und die Aufbereitung mit anderen Zuschlagsstoffen wird angewendet.

Um die Risiken beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln u. ä. zu minimieren reicht es nicht aus, sich auf Anwendungsvorschriften zu stützen. Vielmehr sind diese zum Gegenstand intensiver Schulungen für die Anwender zu machen, der Erwerb von Zulassungen wird empfohlen.

Große Bedeutung wird jüngsten Entwicklungen zugemessen, in einigen Ländern an der Abfassung von Richtlinien zu arbeiten, die alle die Regeln zusammenfassen, die zu einer „guten landwirtschaftlichen Produktion", einschließlich der Bedingungen für die Gesunderhaltung von Boden und Grundwasser, gehören.

2.3. Diffuse Verunreinigungen von stark urbanisierten Gebieten durch Transport- und Lagerhaltungsprozessen sowie durch atmosphärische Deposition

In stark urbanisierten und industrialisierten Ballungsgebieten überlagern sich eine Vielzahl von Teilprozessen, deren Auswirkungen häufig nur summarisch nachgewiesen werden können. Es handelt sich um direkte Einträge von Schadstoffen durch Versickerung und um indirekte Einträge durch die Abspülung staubförmiger Ablagerungen, vor allem in Verbindung mit Starkniederschlägen. Die Verunreinigung von Grundwasserleitern durch gefährliche Substanzen von genutzten oder aufgegebenen unterirdischen Vorratsbehältern und Abproduktdeponien ist ein gemeinsames Problem der ECE-Länder. Dabei werden z. Z. verstärkte Anstrengungen zur Erfassung, Erkundung und Bewertung von sog. „Altlasten“ sowie Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung durchgeführt. Aber auch das aktuelle kontinuierliche Auslaufen geringer Mengen gefährlicher Substanzen aus Behältern beim Transport und/oder während der Lagerung können über lange Zeit hinweg zu bedeutenden flächenhaften Verunreinigungen führen. Die Beseitigung der Folgen, verursacht durch das Auslaufen von Substanzen auf der Autobahn, Eisenbahnlinien und beim Rohrleitungstransport erfordert in den ECE-Ländern Aktivitäten zum Inkraftsetzen von rechtlichen Maßnahmen und Vorschriften für den Transport gefährlicher Güter. Für den Rohrleitungsbau hat sich eine Vielzahl technischer Maßnahmen zur Vorbeugung und zur Erfassung von Schäden bewährt.

Beträchtliche Stoffeinträge durch „Abspülprozesse“ stammen von Verbrennungsprozessen unterschiedlichster Art. Wirkungsvolle Maßnahmen sind im letztgenannten Fall nur durch eine Reduzierung der Emissionen und die Festlegung strenger Emissionsgrenzwerte für die Industrie erreichbar, die von den ECE-Ländern vereinbart wurden. Fortschritte sind an einen steigenden Einsatz umweltfreundlicher Technologien gebunden. Wachsende Aufmerksamkeit erfordert der Anteil der Verunreinigungen, der von mobilen Quellen (Autoverkehr) herrührt. Die mit dem Starkregenabfluß eingetragenen Substanzen unterliegen der Variabilität des Niederschlagsregimes und sind somit sehr schwierig zu beeinflussen.

3. Planung der Landnutzung

Die Ausarbeitung und strikte Durchsetzung erprobter gesetzlicher Grundlagen für den Boden- und Grundwasserschutz bilden die Basis für Maßnahmen der integrierten Planung der Landnutzung und auch für effektive operative Maßnahmen. Sie sind auch Voraussetzung für die Festlegung von Restriktionen, speziell in Schutzgebieten. Ergebnisse belegen, daß die Schutzmaßnahmen nur dann erfolgreich sind, wenn sie ausgehend von gesamtgesellschaftlichen Zielstellungen und unter Einschluß der verschiedenen Interessengruppen in eine integrierte Planung der Landnutzung eingebettet sind.

In vielen ECE-Ländern bildet die zentrale staatliche Planung der Nutzung und des Schutzes der Wasserressourcen die Grundlage für die Ausarbeitung von Wasserbewirtschaftungs- und -schutzsystemen. Mit Hilfe solcher Systeme können Vergleiche über die unterschiedlichen Auswirkungen bei Vorgabe verschiedener Zielgrößen angestrebt werden. Sie dienen zudem als Informationsquelle für die Regionalplanung. In den meisten Fällen wird eine derartige Planung für lange Zeiträume erarbeitet, so daß eine laufende Aktualisierung erforderlich ist. Methoden der Systemanalyse und der mathematischen Modellierung leisten bei der Lösung von Problemen der integrierten Landnutzung und Wasserbewirtschaftung eine wertvolle Unterstützung. Maßnahmen zur regionalen und/oder nationalen Überwachung der Grundwasserressourcen sind eine wesentliche Grundlage der Planung der Landnutzung. Bewährt hat sich dabei, die Grundwasserleiter nach ausgewählten Kriterien der Qualität und Quantität zu klassifizieren und kartographisch darzustellen.

Um alle maßgeblichen Einflußfaktoren (Charakteristiken der Erdoberfläche und des Bodens), die eine Kontamination fördern können, bei der Festlegung von Schutzzonen bzw. Schutzmaßnahmen berücksichtigen zu können, ist die Darstellung oder Speicherung von topographischen, hydrogeologischen, pedologischen und hydrologischen Parametern genau so wichtig wie die Zusammenstellung von Informationen über die vorhandene Wasserqualität in den Grundwasserleitern. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Entwicklung von Karten mit der Darstellung des Geschütztheitsgrades der Grundwasserleiter, von Karten über die Gefährdungspotentiale und von Karten zur aktuellen Gefährdung sehr nützlich ist.

4. Gesetzliche und ökonomische Maßnahmen

Nach Einschätzung vieler ECE-Länder ist die Wirksamkeit von gesetzlichen Regelungen bis hin zu Standards deshalb nicht ausreichend, weil es an geeigneten Methoden zu ihrer Durchsetzung mangelt. Deshalb ist diese Frage anteilig durch die nationale Gesetzgebung, die Administration und finanzielle Regelungen einerseits und durch die Mitwirkung der Verursacher andererseits zu lösen. Letztere haben selbst dafür Sorge zu tragen, daß der Boden und das Grundwasser als Rohstoffquelle pfleglich behandelt werden, zur Bewältigung gegenwärtiger Aufgaben und mit Blick auf die Zukunft. Die Inanspruchnahme von Boden und Grundwasser zum Nutzen der Gesellschaft schließt die Erhaltung der ökologischen Funktion ein. In diesem Zusammenhang müssen die Bewirtschaftungsmethoden des Bodens und des Grundwassers in Übereinstimmung mit den vielfältigen ökologischen Funktionen der Ressourcen stehen, d. h., sie müssen der Erhaltung und Verbesserung der Qualität von Boden und Grundwasser dienen.

Es wurde deutlich, daß das Prinzip „der Verursacher zahlt“, das normalerweise zugrunde gelegt wird, bei diffusen Verunreinigungen vielfach nicht zur Anwendung kommen kann. Dieses Prinzip hat seine Grenzen besonders dort, wo die Identität des Verunreinigers nicht eindeutig festgestellt werden kann. In diesem Falle ist die übliche Praxis so, daß die Gesellschaft die Kosten für die Sanierung zu tragen hat.

Wichtige Beiträge zum Boden- und Grundwasserschutz können geleistet werden, wenn stärker als bisher die möglichen Konsequenzen bereits vor Aufnahme der Produktion neuer chemischer Substanzen durchdacht werden. Derartige Risikoeinschätzungen können zur Entscheidung führen, die Produktion nicht aufzunehmen, entsprechende Vorbeugungsmaßnahmen durch Anwendungsempfehlungen und/oder eine strikte Planung vertretbarer Produktionsmengen vorzunehmen.

5. Schwerpunkte für Empfehlungen

Zusammenfassend wurde festgestellt, daß es aus der Sicht der gegenwärtigen und langfristigen Nutzung der Boden- und Grundwasserressourcen notwendig ist, die ökonomischen und ökologischen Funktionen der Ressourcen zu erhalten und einen Schutz vor weitergehenden Verunreinigungen zu gewährleisten. Es muß anerkannt werden, daß die Bedeutung der Verunreinigungen des Bodens und des Grundwassers mit diffusem Charakter schnell anwächst und somit schnelle und effektive Maßnahmen benötigt werden, um diesen Verunreinigungstyp wirkungsvoll zu bekämpfen. Davon ausgehend sind die Empfehlungen auf die nachfolgend genannten Schwerpunkte gerichtet.

1. Verstärkte Zusammenarbeit im nationalen und internationalen Maßstab zum Informationsaustausch über Ergebnisse der Forschung, der Überwachung, gesetzliche und administrative Regelungen.
2. Entwicklung einer Planung der Landnutzung und Sicherung einer engen Zusammenarbeit mit anderen Planungsinstitutionen und -aktivitäten. Die Planung der Landnutzung muß wichtiger Bestandteil der Entwicklungsplanung sein und auf lange Zeiträume ausgerichtet werden. Die Zusammenarbeit muß frühzeitig einsetzen, um Konflikte im Rahmen der zweigbezogenen Planung zu minimieren.
3. Da Grundwasserschutzstrategien ein interdisziplinäres Vorgehen erfordern, müssen entsprechende Ausbildungsprogramme in die disziplinär organisierte Ausbildung an Universitäten und Hochschulen einbezogen werden. Nur so werden in Zukunft entsprechende Spezialisten zur Verfügung stehen. Besondere Schulungs- und Informationsprogramme sollten für alle am Prozeß Beteiligten organisiert werden.
4. Es sollen folgende Forschungsarbeiten der Grundlagen- und angewandten Forschung gefördert werden:
   - die Identifikation der Verunreinigung vom Entstehungsort bis zur Auswirkung im Boden und Grundwasserleiter.
   - Untersuchungen zur Toxizität neuer Produkte.
   - Wechselwirkung zwischen Luft, Wasser, Boden, Pflanzen.
   - Mobilität, Speicherung und biologischer Abbaubarkeit von umweltrelevanten Stoffen.
5. Die Entwicklung und der Aufbau eines landesweiten Überwachungsnetzes sollte von der Regierung gefördert und unter Mitwirkung aller Beteiligten (einschl. der Verursacher) betrieben werden. Die Durchführung von Gefährdungsanalysen sowie die Dokumentation der Ergebnisse, z. B. in Gefährdungskarten oder -dateien, sind wichtiger Bestandteil komplexer Überwachungsprogramme.
6. Finanzielle Regelungen sollten bereits zur Unterstützung vorbeugender Maßnahmen wirksam werden. Das betrifft Maßnahmen zur Substitution bzw. Limitierung bestimm-

(Fortsetzung auf Seite 113)

Anreicherung organischer Spurenstoffe aus wässrigen Medien mittels Probenaufbereitungssäulen

Dozent Gerd HUSCHEK; Prof. Dr. sc. nat. Werner ENGEWALD; Prof. Dr. sc. nat. Gerhard WERNER
Beitrag aus der WWD Berlin – Institut für Wasserwirtschaft
und der Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Chemie

Die Bestimmung organischer Spurenverunreinigungen im Wasser stellt eines der wichtigsten Probleme der Umweltanalytik dar. Wasser ist stets mit einer Vielzahl verschiedenartiger Komponenten verunreinigt. Deshalb werden zur Auftrennung der verschiedensten Verbindungen vor allem die bekannten Trenntechniken, wie die Gaschromatographie (GC), die Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) und die Dünnschichtchromatographie (TLC) eingesetzt und mit empfindlichen Bestimmungsmethoden, wie UV- und IR-Spektroskopie und Massenspektroskopie gekoppelt. Vor dem Einsatz der verschiedenen Trenntechniken ist je nach Wasserart ein unterschiedlicher analytischer Aufwand notwendig. Eine Direktbestimmung von Wasserproben ist aufgrund der geringen Konzentrationen und der meist komplex zusammengesetzten Matrix nur in wenigen Fällen möglich.
Die Konzentrationen der toxikologisch relevanten organischen Spurenstoffe in wäßrigen Medien liegen meist im Nanogramm- bis Mikrogramm-Bereich je Liter vor. Die von der WHO für organische Spurenstoffe herausgearbeiteten Grenzwerte für Trinkwasser bewegen sich in der gleichen analytischen Größenordnung /1/. Eine Anreicherung der Spurenstoffe mit einer gleichzeitigen Abtrennung von der mehr oder weniger kompliziert zusammengesetzten Matrix ist in den meisten Fällen unumgänglich und ermöglicht erst eine störungsfreie Bestimmung der organischen Spurenstoffe.
Deshalb wurde international eine Vielzahl von Extraktions- und Aufkonzentrierungsmethoden entwickelt. Einen Überblick darüber und über die analytischen Anforderungen und Bedingungen vermitteln /2 bis 5/.
Die Anreicherung als ein Teilschritt bei der analytischen Bestimmung von organischen Spurenstoffen ist einer der zeitaufwendigsten und schwierigsten Arbeitsschritte. Außerdem läßt die Präzision und Richtigkeit vieler Aufkonzentrierungsmethoden noch zu wünschen übrig /vgl. 6, 7/.
Seit einigen Jahren gewinnt die selektive Anreicherung an Festoberflächen eine zunehmende Bedeutung als Probenvorbereitungsverfahren für die anschließende instrumentalanalytische Bestimmung von Spurenkomponenten. Bei der als „Festphasenextraktion“ oder auch als „Sorbens-Extraktion“ bezeichneten Anreicherungsmethode werden einige Nachteile herkömmlicher Verfahren vermieden. So können bei der Flüssig/Flüssig-Extraktion durch Emulsionsbildung, schlechte Phasentrennung oder sogar Phasenvermischung Schwierigkeiten auftreten. Außerdem ist bei der Festphasenextraktion der Chemikalien-, Zeit- und Personalaufwand geringer.

Tabelle 1: Beschreibung und Gebrauch der Probenvorbereitungssäulen

Sorbens	Beschreibung	Anwendung	Beispiele extrahierbarer Verbindungen
Octadecyl $Si-C_{18}H_{37}$	unpolare Phase	Reversed Phase, Trennung unpolarer Verbindungen, besonders geeignet für Adsorption und Trennung vielfältiger Verbindungen in wäßrigen Proben und für Methodenentwicklung, stark selektiv	Fettsäuren, Fungizide, Kohlenwasserstoffe (KW), Pestizide, Phenole, Phthalate, Arzneimittel, Biomedizinische Stoffe
Octyl $Si-C_8H_{17}$	unpolare Phase	Reversed Phase, Trennung für mäßig polare Verbindungen in wäßrigen Proben ohne Anspruch auf höhere Selektivität	Umweltchemikalien: Pestizide, PNA, PAH, PCB und von C_{18} extrahierte unpolare Verbindungen
Cyano $Si-C_3H_6-CN$	schwach polare Phase Kapazität: 1 m^2/g	Normale Phasen, Trennung polarer Verbindungen in wäßrigen und nichtwäßrigen Medien	Amine, Alkohole, PAH, PCB, Pestizide, Phenole
Silicagel (Si) $Si-(OH)_2$	ungebundene polare Phase	Adsorptions-Trennung von Verbindungen in nichtwäßrigen Proben	Biomedizinische Stoffe, Arzneimittel, Aldehyde, Alkohole, Amine, KW, Herbizide, Insektizide, Ketone, Nitroverbindungen, Pestizide, Phenole
Phenyl $Si-C_6H_5$	unpolare Phase	Reversed Phase, Trennung unpolarer Verbindungen, hydrophob.	Aromatische Verbindungen (hohe Spezifität für aromatische Verbindungen)
Diol $Si-C_3H_6-OCH_2-CHOH-CH_2OH$	polare Phase Kapazität: 1,2 m^2/g	Normale Phasen-Trennung polarer Verbindungen (ähnlich dem Silicagel, aber nicht geeignet für Deaktivierung	Peptide, Proteine, wäßrige Tenside
Aminopropyl $Si-C_3H_6-NH_2$	polare Phase Kapazität: 1,1 m^2/g	Schwache Anionenaustausch-Trennung	Amine, KH, Konservierungsstoffe für Nahrungsmittel, Metallchelate, Nucleotide, Peptide, Saccharide, Steroide, Vitamine, Zucker
Primäre-, sek. Amine (NH_2-NH) $Si-C_3H_6-NH-C_2H_4-NH_2$	polare Phase Kapazität: 1,4 m^2/g	Schwache Anionenaustausch-Trennung	Aminosäuren, Metallchelate
Quarternäres Amin $Si-C_3H_6-N-(CH_3)_3-Cl$	polare Phase Kapazität: 1,1 m^2/g	Starke Anionenaustausch-Trennung	Antibiotika, Nucleotide, Nucleinsäure, zyklische Nucleotide
Benzolsulfonsäure $Si-C_3H_6-C_6H_5-SO_3H$	polare Phase Kapazität: 0,9 m^2/g	Starke Kationenaustausch- und Reversed Phase Trennung schließt Ionenpaarung aus, wenn anstelle von C_{18} verwendet	Aminosäuren, Catecholamine Hormone, Nucleinsäurebasen Nucleoside, Purine, Pyrimidine, Wasser
Hexyl, Butyl, Ethyl, Methyl, Cyclohexyl, Diphenyl	unpolare Phase	Reversed Phase, Trennung für mäßig polare Stoffe, ohne Anspruch auf höhere Selektivität	

1. Fest/Flüssig-Adsorption mit Probenaufbereitungssäulen

Die stürmische Entwicklung auf dem Gebiet der Herstellung von HPLC-Trennsäulen hat auch das Gebiet der Probenaufbereitungssäulen stimuliert. Ihre Eigenschaften werden hauptsächlich aus der Forderung nach ultraselektiven Anreicherungen von organischen Spurenstoffen im g/l-Bereich aus kleinen Probenmengen (1...100 ml/je nach Konzentration) und der spritzenlosen Injektion für die HPLC-Technik bestimmt. Ihr Einsatz zur Anreicherung und Trennung von organischen Spurenstoffen erfolgte zunächst hauptsächlich zur Bestimmung von Arzneimitteln und Metaboliten in biologischen Proben (Blut, Serum, Plasma, Urin). Inzwischen sind auch eine Reihe von Anwendungen aus der Umweltanalytik bekannt. Mit den Säulen sind viel-

fältige Trennungen in kürzester Zeit möglich; entsprechende Geräte erlauben die simultane Bearbeitung mehrerer Proben. Bei den Probenaufbereitungssäulen handelt es sich um kurze Minisäulen (Patronen, Kartuschen) aus Polypropylen oder Glas, die etwa 0,5...1,5 g eines feinkörnigen Adsorbers (Partikelgröße etwa 50...70 µm) mit großer Oberfläche enthalten ($s \approx 500\ m^2/g$). Meist werden wie in der HPLC Adsorbentien auf Kieselgelbasis (SiO_2 unmodifiziert, modifiziert mit unpolaren und polaren Phasen oder Ionenaustauschergruppen) verwendet; in einigen Fällen werden auch organische Polymere oder spezielle Füllungen eingesetzt. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die verschiedenen Sorbentien, ihre Beschreibung, Anwendung und Beispiele des Einsatzes.

Probenaufbereitungssäulen werden inzwischen von verschiedenen Firmen unter verschiedenen Bezeichnungen angeboten, wie z. B. Einwegextraktionssäulen (Bond-Elut-Extraktionssäulen) /8/, Einmal-Trennsäulen (Baker-Einmal-Trennsäulen) /9/, AASP /10/ und pre-sep /11/, um nur einige Beispiele zu nennen.

Die Probenaufbereitungssäulen eignen sich, bedingt durch die ultraselektive chemische Trennung, besonders zur raschen Probenvorbereitung in der HPLC, TLC, GC, HPLC/GC/MS, UV-, IR-Spektroskopie, AAS und anderen instrumentellen und manuellen Analysetechniken.

Die besten Materialien zeichnen sich durch Härte, hohe mechanische Stabilität und rasches Reagieren auf Lösungsmittelwechsel aus. Zudem besitzen sie monofunktionelle Oberflächen und hohe Kapazitäten, so daß nur geringe Probemengen von 1...100 ml und geringe Mengen an Säulenmaterialien benötigt werden. Die hohe Selektivität der Sorbentien wird durch die am Silicagel kovalent gebundenen unterschiedlichen funktionellen Gruppen und durch den Einsatz und die Kombination von verschiedenen Eluanten (Lösungsmitteln) erreicht. Ein weiterer Vorteil dieser Säulen ist ihre unbegrenzte Lagerfähigkeit und chemische Haltbarkeit bis zu einer Arbeitstemperatur von 150 °C und einem *p*H-Wert bis 8,0. Das Arbeitsprinzip und die Anforderungen an die Sorbentien entsprechen denen der porösen organischen Polymere, vgl. /2/.

Außer für den Einsatz zur Probenaufbereitung sind die Sorbentien auch als chromatographisches Füllmaterial für analytische, präparative und technische Anwendungen geeignet.

Eine Säulenvorauswahl für Anreicherungen und Trennungen von organischen Spurenstoffen, für die noch keine Applikationen vorliegen, vermittelt Tafel 2.

2. Der Einsatz der Probenvorbereitungssäulen in der Wasseranalytik

Für die Spurenanreicherung organischer Wasserinhaltstoffe ergeben sich bei Einsatz der Probenvorbereitungssäulen generell zwei Aufbereitungsrichtlinien. Die erste für Wasserinhaltstoffe, die im Konzentrationsbereich von µg/l vorliegen. Für diese können die Probenvorbereitungssäulen ohne Einschränkung bezüglich der Verbindungsklasse und der Wasserart eingesetzt werden. Beispiele hierfür sind die Haloforme/Haloformide und die Phenoleinzelstoffe. Die zweite bezieht sich auf Verbindungen, die im unteren ηg/l-Bereich vorliegen (Schadstoffe im Trink- und Grundwasser). Für diese, z. B. die chlororganischen und phosphororganischen Pestizide und die PAK, müßten die Probendurchsätze erhöht oder die Probenvorbereitungssäulen einem anderen Anreicherungsschritt, z. B. der Flüssig/Flüssig-Extraktion nachgestellt werden.

3. Untersuchungsergebnisse beim Einsatz der „Festphasenextraktion" zur Anreicherung chlororganischer Pestizide

3.1. Chemikalien und Geräte

10 ml Wasser wurden mit 20 oder 40 ηg einer chlororganischen Pestizidverbindung versetzt, die Wiederfindung wurde gaschromatographisch ermittelt. Als Probenvorbereitungssäulen wurden zuerst die von Laboratorní Přístroje Praha, ČSSR, handelsüblich angebotenen pre-sep, gefüllt mit RP-18 und Silicagel, getestet. Diese eigneten sich nicht zur Spurenanreicherung von Organochlorpestiziden. Schon bei den durchgeführten Blindversuchen traten polychlorierte Verbindungen im GC-Chromatogramm auf, die eine Anreicherung ausschlossen. Auch durchgeführte Reinigungen der Sorbentien und der Polypropylensäule im Soxhlet brachten keine Besserung, da eine Remobilisierung der polychlorierten Verbindungen auftrat. Deshalb wurden als Sorbentien im Soxhlet vorbehandelte RP-18 Phasen (Octadecyl), 9...12 µm von der AdW der DDR/Berlin, auf ihr Anreicherungsvermögen bezüglich der Organochlorpestizide getestet. Als Säulenkörper wurden die vorbehandelten Polyprophylensäulen weiter verwendet. Da die Polyprophylensäulen eine umfangreiche Vorbehandlung benötigen und nicht für einen ständigen Einsatz geeignet sind (Remobilisierung von Fremdsubstanzen), empfehlen wir Probensäulen aus Glas, die in ein Metallgehäuse aus Messing eingeschlossen sind, vgl. /12/.

3.2. Methodik mit manueller Technik

1. Die mit den Sorbentien 0,5...1,5 g gefüllten Säulen werden mit 1 ml n-Heptan gespült und feucht gehalten.
2. 10 ml Wasser werden mit Hilfe einer Record-Spritze über die Säule gegeben.
3. Die Desorption erfolgt mit 0,5–1 ml n-Heptan, das Eluat kann sofort gaschromatographisch untersucht werden.
4. Zur Kontrolle der Desorption wird nochmals mit 0,5 ml n-Heptan gespült. Anschließend wird die Säule mit pestizidfreiem Wasser behandelt und ist unbegrenzt oft wieder einsetzbar.

Bei Untersuchungen von Oberflächen- und Abwässern werden bei Bedarf auftretende Mikropartikel vor der Probenanreicherung mit Hilfe anderer Säulen, Membranen oder Fritten eliminiert, vgl. /6/.

Das Probevolumen kann bis auf 100 ml erweitert werden, wenn eine Eliminierung von Mikropartikeln stattfindet.

Die Kapazität (mg/g) der verwendeten RP-18-Phasen wurde von *V. Tatar* und *M. Popl* mit 138 angegeben /12/. Sie ist für eine Spurenanreicherung mehr als ausreichend und gestattet die Anreicherung von Spurenstoffen in ηg und µg/l-Bereich.

Bei der manuellen Technik betrug die Probeflußrate 1 ml/min. Die in /12/ festgestellte Abhängigkeit der Wiederfindungsrate von der Probenflußrate in Abhängigkeit von der Partikelgröße konnte von uns bei den verwendeten Sorbentien bestätigt werden. Die Wiederfindung betrug bei den durchgeführten Versuchen immer um die 100 %. Bei Probenflußraten über 5 ml/min fanden wir keine befriedigenden Resultate. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind in Tafel 3 zusammengefaßt.

Tabelle 2: Auswahlhilfen für den Gebrauch der Probenvorbereitungssäulen für organische Proben (MG < 2 000) /9/

Löslichkeit	Ionisation	Polarität	Trennmechanismus	Trennsäulen[1]	Eluant[1,2]
Löslich in organischen Lösungsmitteln		polar (gelöst in Methanol, Acetonitril, Ethylacetat)	NPC (Normal Phasen Chromatographie)	Diol, Cyano, Aminopropyl, pri.- und sek. Amine	Hexan, Chloroform, Aceton, Methanol
		mäßig polar	LSC (Liquid Solid Chromatographie)	Silicagel	Hexan, Chloroform, Ethylacetat, Methanol
		unpolar (aus wäßrigen Lösungen und in Hexan, Heptan und Chloroform gelöst)	RPC (Reserve Phasen Chromatographie)	Octadecyl Octyl, Phenyl Cyano	Hexan, Aceton Acetonitril Methanol, Wasser
wasserlöslich	ionisch (kat- u. anionisch)		IEC (Ionen Exchange, Chromatographie)	Aminopropyl pri.- und sek. Amine Benzolsulfonsäure, Quarternäres Amin	wäßrige Phosphat-Puffer, 0,01–0,1 M, Na_2HPO_4
	nicht ionisch	polar	NPC	Diol, Cyano Aminopropyl pri.- und sek. Amin	Hexan, Chloroform, Aceton, Methanol
		mäßig polar	LSC	Silicagel	Hexan, Chloroform, Ethylacetat, Methanol
		unpolar	RPC	Octadecyl, Octyl, Phenyl Cyano	Hexan, Aceton, Acetonitril, Methanol, Wasser

1 Trennsäulen und Eluanten sind in zunehmender Polarität aufgeführt.
2 Selektive Elution kann durch Mischen der Eluanten erreicht werden.

Tabelle 3: Wiederfindungsraten von Organochlorpestiziden aus dem Wasser an RP-18-Phasen (9...12 µm), Durchflußrate 1 ml/min

Sorbens	Verbindung	Konzentration	Wiederfindung *m* in %	Standardabweichung *s*
RP-18	alpha-Hexachlorcyclohexan	20 ng, 40 ng	101,4	2,81
	gamma-Hexachlorcyclohexan	20 ng, 40 ng	99,3	2,58
	alpha-Endosulfan	20 ng, 40 ng	101,0	2,13
	beta-Endosulfan	40 ng	100,5	3,51
	o,p-DDE	40 ng	99,0	0,82
	p,p-DDE	40 ng	102,5	1,29
	p,p-DDD	40 ng	102,2	0,725
	p,p-DDT	60 ng	100,7	2,75

Um eine effektivere Zeitauslastung zu erreichen, empfiehlt es sich, die von internationalen Firmen angebotenen Vakuumprobeneinrichtungen zu nutzen. Diese gestatten es, gleichzeitig 10 und mehr Proben zu bearbeiten.
Bei einer nicht so großen Probenanzahl können die Proben auch mit Hilfe einer Laborpumpe über die Anreicherungssäulen gezogen werden.
Neben den RP-18-Phasen liegen bisher auch erste Ergebnisse mit Cekachrom 2 vor.
Diese organische Polymerphase aus dem CK Bitterfeld eignet sich in den Korngrößenabmessungen von 80...100 µm und 63...80 µm, ebenfalls mit einer 100%igen Anreicherung für chlororganische Pestizide, als Sorbent für die beschriebene Methodik.

Literatur

/1/ Guidelines for Drinking-Water Quality Volume 1, World Health Organisation, Geneva 1984

/2/ *Dressler, M.:* Chromatogr. 165, S. 167 bis 206, 1979

/3/ *Drozd, J., Novak; J.:* J. Chromatogr. 165, S. 141 bis 165, 1979

/4/ *Stottmeister, E.; Engewald, W.:* Acta hydrochim. hydrobiol. 9, S. 479 bis 494, 1981

/5/ *Huschek, G.:* Anreicherung und Isolierung organischer Wasserinhaltsstoffe. Studie, WWD Berlin/Institut für Wasserwirtschaft, unveröff., 1986

/6/ *Huschek, G.; Schieck, K.:* Acta hydrochim. hydrobiol. 4, 1987

/7/ *Rinne, D.; Groh, H.:* Z Analkd Chem. 322, S. 462 bis 464, 1985

/8/ Firmenschrift ict Handelsgesellschaft m. b. H., Antoniterstr. 27, D-6230 Frankfurt 80, Probenaufbereitung durch Fest/Flüssig-Extraktion (Band Elut Einwegeextraktionssäulen), 1985

/9/ Firmenschrift von Baker Chemikalien, PF 1661, D-6080 Groß-Gerau, Baker Extraktionssystem (Baker Einmal-Trennsäulen), 1985

/10/ *Yago, L. S.:* Feedback on AASP: Its Salient Features, Current, amerik. Mitteilungsblatt, Juli 1983

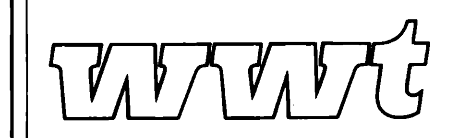
/11/ Laboratorni pristoje Prag, Katalog der Sorbtionsmittel für Chromatographie, 1985

/12/ *Tatar, V., Popl, M.:* Z. Anal. Chem. 322, S. 419 bis 422, 1985

(Fortsetzung von Seite 110)

ter Produkte und Produktionstechnologien zur Minderung des Anfalls schädlicher Abprodukte am Entstehungsort und Technologien zur Sanierung bereits geschädigter Ökosysteme.
Das Prinzip „der Verursacher zahlt" sollte dort, wo die Auswirkungen unzweifelhaft einem Verursacher nachgewiesen werden können, auch weiterhin angewendet werden.

7. In der Landwirtschaft sollte die Düngung, einschl. der Abprodukte von Viehintensivhaltungen, auf der Grundlage von Bilanzen zur Nährstoffversorgung in Abhängigkeit von pedologischen, hydrologischen und klimatischen Bedingungen, nach Menge und Zeitpunkt der Ausbringung vorgenommen werden, wobei das Ziel in einer Minimierung der Auswaschung und Speicherung im Boden besteht.
   Stärkere Aufmerksamkeit sollte der Ausarbeitung komplexer Maßnahmekataloge geschenkt werden, die unter dem Aspekt der Gesunderhaltung von Boden und Grundwasser, beginnend bei der Sortenzüchtung bis zur Bestandspflege, den Einsatz chemischer Mittel minimiert.
8. Der Maßnahmekatalog gegen Verunreinigungen im Gefolge der Urbanisierung, einschl. der atmosphärischen Deposition umfaßt wegen des großen Ursachenspektrums
   - gesetzliche Regelungen zur staatlichen Produktionskontrolle und Restriktionen für Produktion und Verkauf; Umfang, Lagerung und Transport gefährlicher Stoffe; technischer Projektierungsstandards,
   - administrative Regelungen (z. B. Genehmigungsverfahren für die Anlage von Deponien und ihre Überwachung; Erlaß von Vorschriften für unterirdische Speicherbehälter und ihre Überwachung auf Lekkagen, Festlegung von Schutzzonen),
   - Maßnahmen zur Minderung des Oberflächenabflusses und der Erosion,
   - Intensivierung der Maßnahmen zur Minderung von Emissionen, gerichtet auf stationäre und mobile Objekte.



Bücher

Zullei-Seibert, Ninette

Die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Anwendung von Klärschlamm auf die Grundwasserbeschaffenheit

Veröffentlichungen des Instituts für Wasserforschung GmbH Dortmund und der Hydrologischen Abteilung der Dortmunder Stadtwerke AG, 1987, Heft Nr. 36, 202 S., 18 Tab. 77 Abb., 95 Lit., Bildanhang

Während in der agrarwissenschaftlichen Literatur vielfältige Untersuchungen über die Auswirkungen der Klärschlammapplikation auf die Gehalte an Makronährstoffen, Schwermetallen und persistenten organischen Stoffen in Böden und Nutzpflanzen vorliegen, besteht ein Informationsdefizit hinsichtlich der Wirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit. Mit der vorliegenden Monographie wird ein wesentlicher Beitrag zur Schließung dieser Wissenslücke geleistet.

Ausgehend von der großen Bedeutung der Wiedereinbringung von Klärschlamm in den natürlichen Stoffkreislauf im Rahmen der landwirtschaftlichen Verwertung werden die hierzu gegenwärtig in der BRD bestehenden gesetzlichen Vorschriften einschließlich der darin fixierten Grenzwerte dargelegt und die im Klärschlamm enthaltenen Inhaltsstoffe diskutiert. Ein weiteres Kapitel ist den Auswirkungen der Klärschlammdüngung auf Pflanzen, Boden und Wasser, speziell auf Sicker- und Grundwasserbeschaffenheit, gewidmet. Den Hauptteil dieser Arbeit stellt die ausführliche Beschreibung und Interpretation eines von 1983 bis 1985 durchgeführten Feldversuches zur Untersuchung des Einflusses der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung (Ausbringung von flüssigem Klärschlamm mit etwa 5% Trockensubstanzgehalt) auf die Grundwasserbeschaffenheit unter praxisnahen Bedingungen dar.

Hervorzuheben sind neben den Nährstoff- und Schwermetalluntersuchungen die umfangreichen Analysen über das Auftreten von organischen Kohlenwasserstoffverbindungen im Klärschlamm, Boden und Grundwasserleiter. Der Schlußfolgerung bezüglich der Aufnahme von weiterführenden Untersuchungen über die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlämmen und der Entwicklung von stoffspezifisch abgesicherten Analysenverfahren wird zugestimmt.

Empfehlenswert ist diese Arbeit vor allem für die in der wasser- und landwirtschaftlichen Abproduktforschung tätigen Ingenieure, Landwirte und Chemiker.

R. Meißner

Berührungslose (akustische) Wasserstandsmessung in Erdbohrlöchern

J. CHMURA, Cz. KAJTOCH, R. NAWOROL
Beitrag aus der Pädagogischen Hochschule Krakow, VR Polen

Die für die Bestimmung des Grundwasserspiegels in Bohrlöchern benutzten Limnigraphen haben den Nachteil, daß bei großen Lochtiefen und geringen Lochradien kaum exakte Messungen durchgeführt werden können. Die Lage des Wasserspiegels wird bei diesen Verfahren bekanntlich über die Länge eines bis zur Wasseroberfläche absinkenden Seils bestimmt.

Akustische Wasserstandsmesser

Ausgangspunkt aller Betrachtungen zu diesen Verfahren ist die Tatsache, daß das Bohrloch als eine nach oben geöffnete und von unten durch das Wasser geschlossene Luftsäule betrachtet werden kann (Bild 1). In einer solchen Luftsäule stellt sich akustische Resonanz ein, wenn die Länge h der Luftsäule gleich einem ungradzahligem Vielfachen von $\lambda/4$ der entsprechenden Oberwelle ist. Es gilt:

$$h = l_n = \frac{(2n-1)\lambda}{4}, \; n = 1, 2, 3, \tag{1}$$

$$\lambda = \frac{v}{f_o}$$

v = Schallgeschwindigkeit
f_o = Frequenz des akustischen Generators.

Bei Erhöhung der Frequenz um f_p werden k weitere Resonanzen durchlaufen, d. h., es gilt bei gleicher Bohrlochtiefe:

$$h = l_{n+k} = \frac{2(n+k)-1}{4} \cdot \frac{v}{f_o + f_p} \tag{2}$$

Der Vergleich der Formeln (1) und (2) erlaubt nunmehr die Bestimmung der unbekannten Oberwellennummer bei der Frequenz f_o:

$$2n - 1 = \frac{2f_o k}{f_p}, \tag{3}$$

woraus die Bohrlochtiefe h errechnet werden kann:

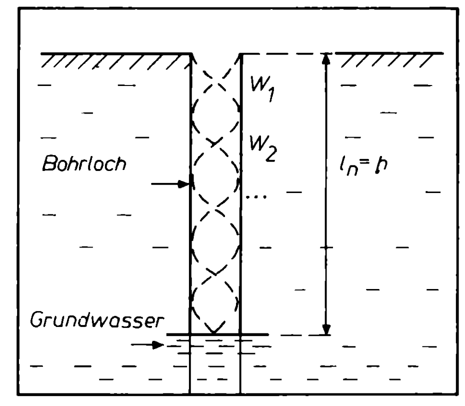


Bild 1: Die stehende Welle im Bohrloch

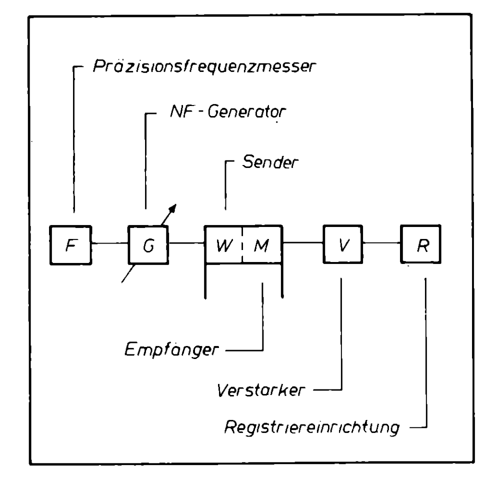


Bild 2: Blockbild des akustischen Wasserstandsmessers

$$h = \frac{kv}{2f_p} \tag{4}$$

Die Meßunsicherheit dieses Verfahrens, die durch

$$\frac{|\Delta h|}{h} = \frac{|\Delta k|}{k} + \frac{|\Delta fp|}{fp} + \frac{|\Delta v|}{v} \tag{5}$$

ausgedrückt werden kann, wird im wesentlichen durch die Meßunsicherheit Δf_p der Frequenzbestimmung gegeben, da Δk gleich Null und die Schallgeschwindigkeit wegen konstanter Temperaturverhältnisse in Bohrlöchern bei bekanntem Luftdruck konstant sind.

Unter der Voraussetzung, daß keine Gase anderer chemischer Zusammensetzung in das Bohrloch eindringen, ist die Meßunsicherheit der Schallgeschwindigkeit zu vernachlässigen ($\Delta v/v \approx 10^{-3}$ bis 100 m Tiefe). Die Meßgenauigkeit wird deshalb vor allem von der Genauigkeit der Messung der Frequenzänderung Δf_p und der dabei durchlaufenden Resonanzen k bestimmt.

$$\frac{\Delta f_p}{f_p} = \frac{2h}{v}\frac{\Delta f_p}{k} = \text{const.} \cdot \frac{\Delta f_p}{k} \tag{6}$$

Bei einer Tiefe von 170 m und einer angenommenen Meßunsicherheit von 1 % müßte bei einer Frequenzgenauigkeitsmessung von 0,1 Hz die Zahl der durchlaufenden Resonanzen $k \geqq 10$ sein.

Der Aufbau und die Bedienung eines akustischen Wasserstandsmessers, der den genannten Forderungen entsprechen würde, gestaltet sich relativ einfach. Der in Bild 2 gezeigte Geräteaufbau erfordert einen frequenzstabilen, im Bereich von 0,1 Hz...100 Hz variablen NF-Generator (G), einen elektromechanischen Sender (W) und Empfänger (M) (z. B. piezoelektrische Wandlerkeramik), Verstärker (V), Registriereinrichtung (R) sowie Präzisionsfrequenzmesser (F).

Zusammenfassung

Die vorgestellte Meßmethode erlaubt es, berührungslos die Tiefe von Bohrlöchern zu bestimmen. Die wichtigsten Vorteile sind eine schnelle Bedienung, geringe Masse und die Anwendbarkeit auf Bohrlöcher geringer Durchmesser und großer Tiefe. Die Meßunsicherheit beträgt etwa 1 % bei einer Genauigkeitsmessung der Frequenz von 0,1 Hz.

Der Penetrationskennwert – ein neues Beurteilungskriterium für Wasserschadstoffe

Dr. agr. Gerhard SCHMALAND, KDT
Beitrag aus der Wasserwirtschaftsdirektion Oder/Havel

Für die 2. Auflage des Wasserschadstoffkatalogs ist als Kriterium zur Einschätzung der Fähigkeit von Stoffen den Boden zu durchdringen die Angabe eines „Penetrationskennwertes" vorgesehen.

Für die Beurteilung dieser Eigenschaft der Stoffe ist zunächst einmal zwischen zwei Arten der Bodenbelastung zu unterscheiden. Ist die Konzentration im Boden so hoch, daß durch den Abbau und die Sorption an Bodenbestandteile keine wesentliche Minderung der für die Penetration in Frage kommenden Stoffmengen möglich ist, so wird die Wanderungsgeschwindigkeit in Richtung Grundwasser bei gegebenen Bodenverhältnissen im wesentlichen von Wasserlöslichkeit, Kohäsion und Adhäsion abhängen. Das wird bei punktförmigen Belastungen durch Havarien fast immer der Fall sein. In der Regel werden sofortige und drastische Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Kenntnisse über das Penetrationsverhalten des Stoffes könnten allenfalls ihr Tempo beeinflussen. Anders bei flächenhaften Belastungen, wie z. B. beim Einsatz von PSM und MBP (Pestizide) oder bei Schadstoffemissionen, die zu einer Deposition auf dem Boden führen. In diesen Fällen sind z. B. bei der Betrachtung einer Bodensäule von 1 m Mengenverhältnisse zwischen Boden und Schadstoff von etwa $1:10^{-4}$ bis $1:10^{-9}$ häufig. Damit unterliegen die Stoffe im Boden den Einflüssen des Substrats viel intensiver und ihre Eigenschaften Sorbierbarkeit, Pflanzenaufnehmbarkeit und Abbaugeschwindigkeit werden bestimmend für ihre Fähigkeit, den Boden in Richtung Grundwasser zu durchdringen.

Betrachtet man weiterhin den jeweiligen Stoff einschließlich seiner toxikologisch bedeutsamen Abbauprodukte, so wechseln diese Eigenschaften außerdem während der Zeit der Bodenpassage. Die aus der großflächigen Belastung des Bodens mit Wasserschadstoffen erwachsenden Gefahren können deshalb nicht ohne weitere Hilfsmittel aus den physikochemischen Daten der Stoffe abgeschätzt werden. Dennoch sind für Entscheidungen über Zulassungen bzw. Restriktionen beim Einsatz der Stoffe oder über Prioritäten bei der Sanierung von Emittenten Kenntnisse über diese Zusammenhänge erforderlich.

Der Sinn der Penetrationskennwerte ist es, diese Kenntnisse praxisfreundlich komprimiert in einem einzigen Wert je Stoff zu vermitteln.

1. Die Gewinnung des Penetrationskennwertes

Die Penetrationsneigung als Kriterium der Stoffe ist bisher kaum untersucht. Für PSM ist der „Leaching-Test", eine Labormethode, üblich.

Das hat seine Ursache u. a. darin, daß eine einheitliche Definition für die „Stoffgröße" „Penetrationsneigung" nicht vorlag und auch auf Grund der mit der geographischen Lage wechselnden konkreten Bedingungen nur schwer in allgemeingültiger Form zu finden sein dürfte.

Unter verschiedenen pragmatischen Aspekten wurde deshalb folgende Definition für unsere Verhältnisse formuliert.

Der Penetrationskennwert ist die jährliche, flächenbezogene Applikations- oder Immissionsmenge in mg/m², bei der in den Abflüssen in 1 m Tiefe unter einem unbewässerten Futterrübenfeld auf einem Sandboden mit 1,7 % organischer Substanz und einer Feldkapazität von 10 Vol.-% in der Krume sowie den mittleren klimatischen Bedingungen der Station Potsdam Konzentrationen des Schadstoffs zu erwarten sind, die den hygienischen Grenzwert gerade erreichen. Er ist in diesem Sinne selbst Grenzwert der Bodenbelastung für die genannten Bedingungen.

Die Daten für das „Modelljahr Potsdam" (Tab. 1) wurden wie folgt gewonnen:

a) *Niederschlag*

Die monatlichen Niederschlagssummen der Station Potsdam /1/ wurden unter Berücksichtigung

- der von Finke und Grünewald /5/ über ein stochastisches Modell ermittelten mittleren Längen der Naßperioden,
- der Anzahl der Niederschlagstage sowie
- der Häufigkeitsverteilung der Tagessummen des Niederschlags /2/ auf die Tage

verteilt

b) *Kesselverdunstung*

Das 75jährige Mittel der Monatssummen (1901–1975) der Station Potsdam /7/ wurde unter Beachtung der Häufigkeitsverteilung, wie sie sich nach einer 10jährigen Reihe /6/ ergab, auf Tageswerte verteilt. Dabei wurden hohe Werte bevorzugt auf die Trockenperioden gelegt. Für die Monate November–März lag keine Häufigkeitsverteilung vor. Die Monatssummen wurden deshalb nur unter Beachtung des letztgenannten Prinzips, im übrigen aber willkürlich, auf die Tage verteilt.

c) *Bodentemperaturen*

Für die Bodentemperaturen wurde auf fachkundiges Anraten /11/ das 30jährige Mittel der Station Jüterbog gewählt. Hierfür sind gegenwärtig nur Monatswerte für die Abstufung der Abbaukonstanten (K) erforderlich. Die entsprechenden Faktoren (F) sind in der Tabelle 1 zusätzlich angeführt. Sie beziehen sich auf die bei 20 °C gewonnenen Konstanten und wurden für den Fall, daß sich die Reaktionsgeschwindigkeit bei einer Temperaturerhöhung um 10 °C verdoppelt (Vant-Hoffsche Regel) nach der Gleichung

$$F = 0{,}045\,T + 0{,}0833$$

mit T = Bodentemperatur in °C

$$K_{(T)} = F \cdot K_{(20\,°C)} \text{ (Krume)}$$

$$K_{(T)} = 0{,}1\,F \cdot K_{(20\,°C)} \text{ (Unterboden)}$$

errechnet.

Für Bodentemperaturen $\leqq 1{,}85$ °C wird $K = 0$ gesetzt.

Der Penetrationskennwert kann somit nicht ausschließlich durch Experiment gewonnen werden, weil die definierten Witterungsbedin-

Tabelle 1 Monatssumme bzw. -mittel für das Modelljahr (mittleres Jahr der Station Potsdam)

Monat	N (mm)	Nieder-schl. Tage	KV (mm)	Temperaturen in °C				
				Luft	Boden 20 cm	F[1)]	50 cm	F
Januar	46	17,7	5,0	−0,7	0,8	0,1	2,7	0,2
Februar	36	15,1	10,0	0,1	0,7	0,05	1,7	0,2
März	34	13,4	25,0	3,6	3,0	0,2	4,3	0,3
April	42	13,8	47,7	8,0	8,6	0,5	8,3	0,5
Mai	49	14,0	69,5	13,4	14,0	0,7	12,4	0,6
Juni	50	14,0	81,8	16,3	18,4	0,9	16,6	0,8
Juli	75	13,0	83,2	18,1	19,7	1,0	18,1	0,9
August	66	13,0	71,5	17,1	18,7	1,0	17,8	0,9
September	45	12,5	52,1	13,8	15,5	0,8	15,5	0,8
Oktober	44	12,8	50,6	8,7	10,5	0,6	11,3	0,6
November	45	16,2	15,0	3,6	5,2	0,3	6,9	0,4
Dezember	45	17,0	5,0	0,4	1,9	0,2	3,8	0,3
Summe	585		496,4	Jahres- $\bar{x}$ 8,5	9,8		10,0	

1) F = Faktor zur Abstufung der Abbaukonstanten

gungen nicht herstellbar sind. Andererseits liegen experimentelle Ergebnisse zu den Stoffen nur spärlich vor.
Aus diesem Grund wurden 9 Substanzen mit sehr unterschiedlichem Sorptions- und Abbauverhalten im Lysimeterversuch unter naturnahen Bedingungen untersucht und an ihrem Beispiel das mathematische Modell PEPE /8/ entwickelt. Mit seiner Hilfe kann das Verhalten von Stoffen für definierte Bedingungen simuliert werden.
Dafür gibt es zwei Möglichkeiten.

1. Die Pestizidbewegung wird parallel zum Lysimeterversuch und für die konkreten Bedingungen dieses Versuchs simuliert. Dabei werden die Parameter für den Stoff in guter Näherung ermittelt. Sie dienen dann als Ausgangsdaten, um mit Hilfe von PEPE die Versuchsergebnisse, die von natürlichen und somit wechselnden Bedingungen abhängen, auf die feststehenden, definierten Bedingungen zu transformieren und so den Penetrationskennwert zu ermitteln.
2. Liegen keine experimentellen Ergebnisse zur Penetration vor, und das ist in den meisten Fällen so, können die Penetrationskennwerte auch durch die Computersimulation allein auf der Grundlage von Labordaten gewonnen werden.

Die bisherigen Erfahrungen lehren, daß im zweiten Fall für Sorption und Pflanzenaufnahme mit den Formeln von *Briggs* /3, 4/ gute Näherungswerte erzielbar sind:
Zur Bewertung der Sorption im Modell PEPE wird der Verteilungskoeffizient im Phasensystem Wasser/organisch gebundener Kohlenstoff (K_{oc}) benötigt.

1. Berechnung aus dem Octanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten (K_{ow})

   $\lg K_{oc} = 1{,}377 + 0{,}544 \lg K_{ow}$

2. Aus der molaren Wasserlöslichkeit (WS)
   a) für flüssige Stoffe
   $\lg K_{oc} = 1{,}14 - 0{,}52 \lg WS$
   b) für feste Stoffe unter Berücksichtigung des Schmelzpunktes (T_m) in °C
   $\lg K_{oc} = 1{,}04 - 0{,}51\ [\lg WS + (0{,}01\, T_m - 0{,}25)]$

Die Pflanzenaufnahme wird über den Transpirationsstromkonzentrationsfaktor (TSCF) berechnet:

$$TSCF = 0{,}784 \exp. - [(\lg K_{ow} - 1{,}78)^2/2{,}44]$$

Die Verdampfung aus der wäßrigen Phase braucht bei Stoffen mit $K_{ow} < 4000$ und einem Dampfdruck $< 10^{-2}$ hPA bei 20°C nicht gesondert berücksichtigt werden, weil der TSCF zwischen 9 und 4 Zehnerpotenzen höher liegt und folglich überdeckend wirkt.
Extrem hydrophobe Stoffe reagieren anders. Für diese Fälle liegt bisher keine experimentell geprüfte Lösung vor.
Der Stoffabbau kann nach den bisherigen Erfahrungen im allgemeinen mit ausreichender Genauigkeit durch eine Kinetik 1. Ordnung simuliert werden. Dafür ist die Kenntnis der Abbaukonstanten erforderlich. Die bisher besten Erfahrungen liegen für Daten vor, die in Bodenproben im Labor unter konstanten Bedingungen gewonnen wurden.
Die Anpassung an die im Simulationsmodell postulierten wechselnden Bedingungen ist für Temperatur, Feuchte und Humusgehalt des Bodens erforderlich.
Die Berücksichtigung der Temperatur wurde weiter vorn bei der Beschreibung des Modells dargelegt. Die Wirkungen der Bodenfeuchtedynamik werden im Modell PEPE selbst bewertet /8/. Eine Umrechnung ist für den Humusgehalt erforderlich.
Die hierfür entwickelte und erprobte Gleichung /9, 10/ basiert auf der für die bisher untersuchten Stoffe bestätigten These, daß der Abbau sorbierter organischer Stoffe allenfalls mit vernachlässigbarer Geschwindigkeit verläuft, so daß nur die in der wäßrigen Phase befindliche Stoffmenge in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden muß. Sie lautet

$$K = \frac{\ln \frac{C}{C_o} (K_{oc} \cdot OC + W)}{t \cdot W}$$

K	= Abbaukonstante d^{-1}
C_o	= Ausgangskonzentration mg/kg
C	= Endkonzentration mg/kg
K_{oc}	= Verteilungskoeffizient organ. C: Wasser
oc	= organ. Kohlenstoffgehalt (kg/kg Boden)
W	= Wassergehalt (kg/kg Boden)
t	= Zeit (d)

2. Die Anwendung der Penetrationskennwerte und ihre Grenzen

Die Anwendung sei an einem Beispiel erläutert:

Der Penetrationskennwert (PK) für das PSM Dimethoat beträgt 50 mg/m². In der Regel werden bei Pflanzenschutzmaßnahmen etwa 40 mg/m² ausgebracht. Gegen eine einmalige jährliche Behandlung in einem Trinkwasserschutzgebiet wäre damit prinzipiell nichts einzuwenden, sofern keine anderen hygienischen Bedenken bestehen und es sich um eine PSM handelt, das in Wasseraufbereitungsanlagen eliminiert werden kann. Kann jedoch z. B. Dichlorvos mit dem Verhältnis Penetrationskennwert: Einsatzmenge von 1000:100 mg/m² an seine Stelle treten, so wäre unter den Aspekten des Trinkwasserschutzes der Einsatz des Dimethoat zu verbieten.

Penetrationskennwerte können mit dem Modell PEPE nur für nichtionische organische Stoffe gewonnen werden. Sind sie extrem hydrophob, so kann die Verdampfung nur unzureichend simuliert werden.
Die durch Experiment abgesicherten Penetrationskennwerte bieten eine relativ hohe Sicherheit. Die Aussagesicherheit der nur auf der Grundlage von Labordaten gewonnenen Penetrationskennwerte hängt dagegen von den Kenntnissen über das Verhalten des Stoffes und seiner toxikologisch relevanten Abbauprodukte im Boden ab.
Sind die erwähnten Eingangsdaten für das Modell in unter Bodenbedingungen reproduzierbarer Form vorhanden, so ist auch hier eine hohe Sicherheit gegeben. Einen indirekten Beweis dafür erbrachten die Erprobungen des Modells, indem für Naled experimentelle und Modellergebnisse erst übereinstimmten, als die Stoffdaten der bei dem Analysenverfahren miterfaßten Abbauprodukte berücksichtigt wurden. Somit konnte durch die Simulation bestätigt werden, daß sich vorliegende Kenntnisse über das Verhalten des Stoffes im naturnahen Experiment reproduzieren lassen.
Auch bei unzureichenden Daten dürfte die Errechnung des Penetrationskennwertes günstiger sein als subjektive Einschätzungen auf der gleichen Basis. In solchen Fällen erscheint aber eine gewisse Vorsicht bei der Anwendung der Werte angezeigt.

3. Zusammenfassung

Der Penetrationskennwert wurde als neues Kriterium für Wasserschadstoffe und als Grenzwert der jährlichen Bodenbelastung für die mittleren Bedingungen der DDR definiert. Er ist ein weiteres Hilfsmittel zur Einschätzung der zulässigen Belastung, besonders auch in Trinkwasserschutzgebieten. Der Kennwert kann nur auf der Grundlage der digitalen Simulation der Penetration von Stoffen gewonnen werden. Das geschieht durch Transformation experimenteller Ergebnisse aus dem Freiland auf die definierten Bedingungen oder lediglich durch Simulation auf der Grundlage von Stoffdaten aus Laborergebnissen.

Literatur

/1/ Klimatologische Normalwerte für das Gebiet der DDR 1901–1950. 2. Lieferung 1961, Tab. 46/3
/2/ Klimatologische Normalwerte für das Gebiet der DDR 1901–1950. 3. Lieferung 1978, Tab. 51
/3/ *Briggs, G. G.*: Theoretical and experimental relationships between soil adsorption, Octanol-Water partition coefficients, water solubilities, bioconcentrations factors, and the parachor (Theoretische und experimentelle Beziehungen zwischen der Bodenadsorption, dem Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizienten, der Wasserlöslichkeit, dem Biokonzentrationsfaktor und dem Parachor). J. Agric. Food Chem. (1981) 29, S. 1050–1059
/4/ *Briggs, G. G.* u. a.: Relationshipe between lipophilicity and root uptake and translocation of non-ionised chemicals by Barley (Beziehungen zwischen der Lipophilität und der Wurzelaufnahme und Translokation nichtionischer Chemikalien in Gerste). Pestic. Sci. (1982) 13, S. 495–504
/5/ *Finke, W. u. Grünewald, U.*: Ein einfaches stochastisches Modell zur Simulation von Niederschlagssummen an einer Station. Acta Hydrophysica, Berlin Bd. XXVII, H. 1 (1982), S. 23–44
/6/ *Krumbiegel*: Häufigkeitsverteilung der Tagessummen der Kesselverdunstung Station Potsdam 1971–1980. Persönliche Mitteilung 1986
/7/ *Reicht, T.*: Lange Reihen der Kesselverdunstung und der Differenzgröße (Niederschlag–Kesselverdunstung) von Potsdam. Z. Meteor., 31 (1981), 3, S. 151–166
/8/ *Schmaland, G.*: Berechnung der Gefahr von Grundwasserkontaminationen durch Pestizide mit dem mathematischen Modell PEPE (Pestizidpenetration). Z. ges. Hyg. 32 (1986), H. 4, S. 246–249
/9/ *Schmaland, G.*: Calculating the danger of pesticide contaminations of groundwater – Experiment and mathematical model PEPE (Berechnung der Gefahr von Pestizidkontaminationen des Grundwassers – Experiment und mathematisches Modell PEPE). Intern. Symposium zur Grundwasserbeobachtung und Bewirtschaftung. Dresden 23.–28. März 1987, Komplex IV, Nr. 22
/10/ *Schmaland, G., Kühne, V.; Schumann, G.*: Die Penetration von Prometryn im Lysimeterversuch, Experiment und mathematisches Modell. Z. ges. Hyg. (1987), H. 9, S. 450–453
/11/ *Schwinge*: Langjährige Reihen der Bodentemperatur Station Jüterbog. Persönliche Mitteilung 1986

Bodengreifer BG-3 zur Probenahme von Gewässersedimenten

Dipl.-Ing. Jürgen KANEMANN, KDT
Beitrag aus dem VEB Projektierung Wasserwirtschaft Halle

Bestandteil der Bearbeitungsgrundlagen für die Projektierung von Vorhaben des Gewässerausbaus sind Angaben zur Beschaffenheit der Gewässerbetten (s. TGL 42 139, Pkt. 2). Eine der wichtigsten mechanischen Eigenschaften von Gewässersedimenten ist deren Korngrößenverteilung. Diese liefert wesentliche Eingabewerte für wasserbauliche Berechnungsverfahren zu den Problemen

- hydraulischer Stabilitätsnachweis von Fließgewässerbetten
  - Ermittlung des Bewegungsbeginns von Flußsohlenmaterial (Grenzbelastungswert)
  - Ermittlung des Geschiebetransportvermögens
  - Berechnung von Kolkbildungen (z. B. an Strompfeilern)
- Bestimmung der Rauhheit (Kornrauhheit)
- Ermittlung der Verlandung von bzw. Ablagerung in Gewässern
- Bestimmung der Durchlässigkeit (Versickerung).

Neben weiteren mechanischen Eigenschaften ist besonders der Gehalt von umweltbelastenden Stoffen (schadstoffhaltige und toxische Abprodukte) von Interesse.
Diese Daten sind zur Bewertung geplanter Nutzung von Gewässersedimenten bzw. zur Beurteilung von Gewässersanierungen sowie für die allgemeine Umweltüberwachung erforderlich. Für die Gewinnung dieser Kennwerte und Daten muß eine zweckmäßige Probenahmetechnik zur Verfügung stehen /1/.

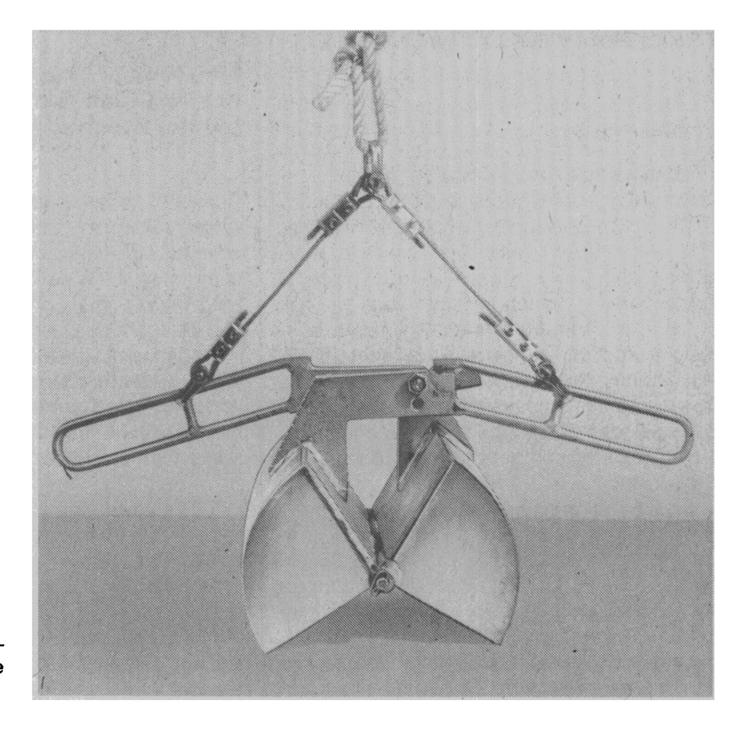


Bild 1
Geöffneter Bodengreifer BG-3 in der Phase des Absenkens

1. Einsatz und Funktion von Bodengreifern

Für viele praktische Aufgaben und schnelle, unkomplizierte Entnahme von Oberflächen-Sedimentproben haben sich Bodengreifer bestens bewährt. Das Funktionsprinzip ist einfach:
Sie arbeiten mit Greiferschalen, die sich beim Schließvorgang durch ihr Eigengewicht bzw. durch Hebelwirkung in das Sediment eingraben. Die Auslösung des Schließvorganges erfolgt dabei erst nach Berührung mit der Gewässersohle. Sie fassen dann eine Bodenfläche, schneiden ein Stück davon aus und bringen es weitgehend unverändert über den Wasserspiegel.
In der DDR wurde 1959 von der Forschungsanstalt für Schiffahrt, Wasser- und Grundbau Berlin ein kleiner Bodengreifer aus Messingguß zur Entnahme von Flußsedimenten entwickelt /2/, der noch vereinzelt in den Wasserwirtschaftsdirektionen vorhanden ist. Sein Fassungsvermögen betrug 1,7 dm³. Die Bedienung erfolgte problemlos mit Hand vom Boot aus. Der Einsatz dieses Gerätes war infolge Verklemmungen des Greiferverschlusses bei Korngrößen größer 5 mm sowie Schwierigkeiten in der Handhabung bei größeren Fließgeschwindigkeiten auf den Feinsandbereich begrenzt.

2. Konstruktionsgrundsätze

Der Bodengreifer BG-3 wird schweißtechnisch hergestellt. Eine Verbesserung der Grabeeigenschaften konnte durch Vergrößerung der Grabekraft mittels Anordnung von Bügeln (Hebelarme) an die Greiferschalen sowie Erhöhung der Masse durch Ausgießen der hohlen Greiferschalen mit Blei erreicht werden. Die Konstruktion ermöglicht die Handbedienung vom Boot aus.

3. Technische Daten

Werkstoff	Stahl (chromatiert), Blei
Eigenmasse	16 kg
Volumen	3,0 dm³
Höhe	435 mm
Breite des Greifkörpers	200 mm
Höhe des Greifkörpers	120 mm
Länge des Greifkörpers	245 mm
Öffnungswinkel	120° (2× 60°)
Größe des Bodenausschnitts	200 mm × 200 mm

4. Funktionsbeschreibung

Die beiden Greifersegmente hängen an einem Hahnepot aus Drahtseil, woran eine Leine befestigt wird. Durch Zugwirkung des Hahnepots wird der Greifer bei eingerasteter Klinke mit großer Kraft offengehalten (Bild 1). Nach dem Absetzen auf den Boden und der damit verbundenen Zugentlastung entriegelt die Klinke selbsttätig. Bei langsamem Emporziehen graben sich die Greifersegmente in das Sediment ein und schließen gegeneinander (Bild 2). Durch Auseinanderziehen der Greiferarme werden die Greiferschalen geöffnet und entleert.

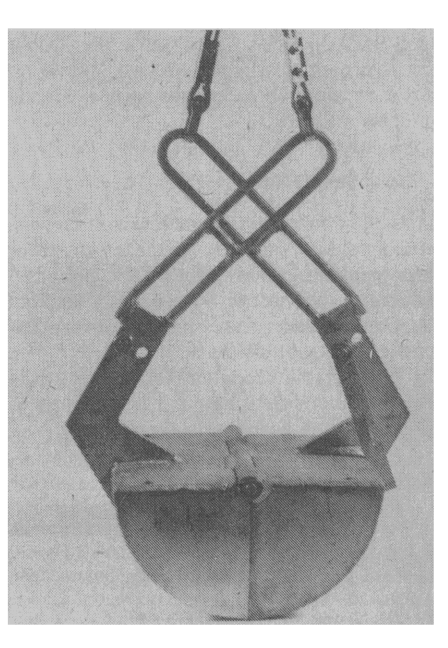


Bild 2 Geschlossener Zustand nach dem Greifvorgang



Bild 3 Probenahme vom Ruderboot aus

5. Erste Einsätze

Im Sommer 1987 wurde das Probenahmegerät im Gebiet um Cottbus erprobt. Die untersuchten Fließgewässer Malxe, Greifenhainer Fließ, Vetschauer Mühlenfließ, Schrake, Ottergraben und Dobra wiesen sämtlich unbefestigte Sand- (-sohlen-) Betten auf, die teilweise auch verkrautet waren. Als Wasserfahrzeug wurde ein normales Ruderboot (GUP-Ausführung, Nutzlast 300 kg) eingesetzt. Die Besatzung bestand aus drei Personen; einem Bediener des Bodengreifers (Probenehmer), einem Ruderer und einer Person, die die Sedimentproben in Probebehälter verpackte und die entsprechenden Kennzeichnungen vornahm. Als günstigster Standort des Probenehmers erwies sich das Heck des Ruderbootes (Bild 3). Dort ist einerseits bei Emporziehen des etwa 20 kg schweren Entnahmegerätes ein zentrischer Kraftangriff in Körpernähe des Bedieners (kein anstrengendes Heben mit vorgestreckten Armen) möglich, zum anderen bleibt die Schwimmstabilität des Ruderbootes gewährleistet. Alle vorgesehenen Proben der Fließgewässersohlen konnten gewonnen werden. Die Greiferschalen schlossen zuverlässig und dicht und brachten das jeweilige ausgeschnittene Sedimentstück ohne Ausspülung über die Wasseroberfläche. Sohlennahes Kraut behinderte weder das Ausschneiden des Sediments aus der Sohle noch das Dichtschließen der Greiferschalen wesentlich. Lediglich beim Einklemmen von auf Grund liegenden Ästen mußte der Probenahmevorgang wiederholt werden. Das Gerät wurde in eine entsprechend große Plasteschüssel entleert.

6. Zusammenfassung

Zur Beschaffung der Kennwerte von Gewässersedimenten ist der Einsatz effektiver Probenahmetechniken erforderlich. Bei oberflächiger Probenahme in wasserbedeckten Sandbetten haben sich Bodengreifer als besonders geeignet erwiesen.
Der vorgestellte Bodengreifer BG-3 stellte seine Funktionssicherheit und unkomplizierte Handhabung in der Praxis unter Beweis.

Literatur

/1/ Richtlinie 3.1-102-19 „Probenahme und Untersuchung von Gewässersedimenten", VEB Projektierung Wasserwirtschaft, 1985, (unveröffentlicht)

/2/ *Blau, E.:* Neuzeitliche Meßverfahren zur laufenden Überwachung der Flußsohle, Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schiffahrt, Wasser- und Grundbau, Berlin, 1961, Heft 1



Informationen

Flugzeuggetragene Meßsysteme unterstützen Satelliten bei der Meeresfernerkundung

Optische Fernerkundung der oberen Meerwasserschichten mittels Satellit gestattet quantitative Aussagen über hydrographisch und biologisch wichtige Daten, wie z. B. Phytoplankton- und Gelbstoffgehalt, Salzgehalt und Temperaturverteilung im Meerwasser. Atmosphärische und hydrosphärische Einflüsse, Staubteilchen und Trübung des Meerwassers nach Stürmen und vor Mündungsgebieten können jedoch die Genauigkeit dieser Messungen beeinträchtigen.

LIDAR-Meßverfahren (Light Detective And Radar) vom Flugzeug aus bieten die Möglichkeit, unter Verwendung laserspektroskopischer Methoden Gewässereigenschaften und -zustände besser zu beurteilen.
Vereinfacht ausgedrückt beruht das Meßprinzip auf der Änderung von Satelliten ausgesandter und von der Meeresoberfläche, respektive den darunter liegenden Wasserschichten reflektierten Lasersignalen. Die Veränderung der Laserimpulse ist stoffspezifisch und beruht auf Absorptions- und Fluoreszenzeffekten.

Da die Laserimpulse bis zu etwa 15 m Tiefe in die Wassersäule eindringen, können Tiefenprofile über die Wassertrübung und die Konzentration gelöster organischer Substanzen mit einer Auflösung von etwa 1 m erhalten werden.

Mit dem an der Universität Oldenburg (BRD) entwickelten LIDAR-System wurden in einem Testgebiet Daten gesammelt und durch simultane hydrographische Untersuchungen von Forschungsschiffen abgesichert. Die Ergebnisse lieferten eine hochauflösende Darstellung der hydrographischen Verhältnisse mit Nachweisgrenzen für Gelbstoff, Chlorophyll-a und Mineralölbelastungen, die denen der Laboranalysen gleichwertig sind. Auch bei Temperaturmessungen mit LIDAR vom Flugzeug aus ergeben sich erste Lösungsansätze.

Zu den Einsatzmöglichkeiten des flugzeuggebundenen ozeanographischen LIDAR für den Bereich mariner Ölbelastungen liegen bereits weitreichende Erfahrungen vor. So können nicht nur Dicken von Ölfilmen zwischen 0,5 und 20 Mikrometern bestimmt werden, sondern es lassen sich auch Öltypen (leichtes, mittelschweres, schweres Rohöl, Diselöl) unterscheiden. Damit eignet sich das System besonders zur Kontrolle unerlaubter Mineralöleinleitungen auf See. Einen Schwerpunkt der Forschungen bildeten vergleichende Untersuchungen von satellitengestützten Radiometerdaten und flugzeuggetragenen LIDAR-Meßwerten unter Berücksichtigung atmosphärischer Einflüsse und Mehrfachstreuung im Wasser. Der Vergleich mittels Strahlungstransportrechnungen zeigt eine großräumige Übereinstimmung beider Fernerkundungsmethoden. Allerdings sind kleinräumige Änderungen der Chlorophyll-, Gelbstoff- und Schwebstoffkonzentrationen im Meerwasser mit einem LIDAR-System weit besser erkennbar als mit passiven Satellitensensoren. Zur Unterstützung bei der Auswertung passiver Radiometermeßdaten von Satelliten, können mit LIDAR synoptisch erhaltene Chlorophyll-a-Konzentrationen zur Eichung dienen, um quantitative Informationen als Flächendaten zu erhalten.

Abwasserreinigung durch Mikroorganismen

Anaerobe Reinigungsverfahren mit kompakten und leistungsfähigen Reaktorsystemen, die wenig umweltbelastenden Klärschlamm produzieren, befinden sich z. T. schon im technischen Einsatz. Mittels anaerober Verfahren sollten sich jedoch auch schwer abbaubare chlorierte Kohlenwasserstoffe mineralisieren lassen. Durch die Fixierung von Mikroorganismen an organischen und anorganischen Trägermaterialien läßt sich die Abbauleistung von anaeroben Entsorgungsverfahren wesentlich steigern. Dabei erfolgt die Immobilisierung von Mikroorganismen an „offenen" Trägern, z. B. Lavagestein, Blähton oder durch Einschluß in „Kunststoff-Pillen"

Die Fa. Schott Glaswerke in Mainz (BRD) hat nun neuartige Trägermaterialien aus offenporigem Sinterglas entwickelt. Diese Gläser lassen sich in verschiedenen Formen herstellen, sind chemisch inert, sterilisierbar und können mit wählbarem Porendurchmesser und definierter Oberfläche hergestellt werden. In 1 m^3 Schüttvolumen dieser Sintergläser können sich die Mikroorganismen auf bis zu 50000 m^2 Fläche ansiedeln. Geeignet ist nicht nur hochwertiges Duran-Sinterglas, sondern auch Abfallgläser. Der Einsatz dieser Trägermaterialien für die Abwasserreinigung ist neu. Die halbtechnische Anwendung bei der Reinigung von Kondensaten der Zellstoffindustrie und anderen hochbelasteten Industrieabwässern ist mit Erfolg demonstriert worden. Grundlagenerkenntnisse sind damit in die industrielle Praxis eingegangen. Darüber hinaus zeigen die Verbundvorhaben beispielhaft, wie Wissenschaftler und Techniker verschiedener Bereiche, z. B. der Materialforschung, der chemischen Verfahrenstechnik, der Bioprozeßtechnik und der Mikrobiologie zielorientiert und erfolgreich zusammenarbeiten können.

Die Leistungsfähigkeit des neuen Immobilisationsverfahrens ist beeindruckend. In 1 m^3 Reaktorvolumen sollen Abbauleistungen erreicht werden, die dem Abwasseranfall von etwa 5300 Einwohnern gleichzusetzen sind. Das dabei entstandene Biogas hat einen Brennwert von rund 2000 Megajoule.



Neuerungen

Anordnung zum Erhöhen der Infiltrationsrate in Anlagen der Untergrundaufbereitung von Wasser

Aktenzeichen WP E 03 B / 298 843.4
Anmelder: VEB WAB Potsdam
Erfinder: *Winter, D., Boden, W., Boden, B., Gerhardt, H., Hartmann, U.*

Die Erfindung ermöglicht die Untergrundaufbereitung von Wasser auch an Standorten mit hohem Grundwasserspiegel.
Erfindungsgemäß werden im Brunnenkopfbereich Infiltrations- und Förderstrecke räumlich getrennt, indem im Bereich des Brunnenaufsatzrohres unterhalb des Brunnendeckelflansches ein spezielles, für die Infiltrationsstrecke vorgesehenes Rohr seitlich aus der Brunnenverrohrung heraus und nach oben geführt wird. Die Belüftungseinrichtung, vorzugsweise eine Fallrohrdüse, wird im oberen Teil des separaten Infiltrationsrohrs angeordnet. Der Frostschutz der aufsteigenden Rohrleitung zu der im Infiltrationsrohr oben angeordneten Belüftungseinrichtung wird durch Anordnen des Infiltrationsstellgliedes und einer unmittelbar dahinter befindlichen kleinkalibrigen Querverbindung zum Brunnenkopf im Erdwärmebereich gewährleistet.

Vorrichtung zur Intensivreinigung von Ver- und Entsorgungsleitungen (Spülkammer)

Aktenzeichen WP B 08 B / 296 673.4
Anmelder: VEB WAB Suhl
Erfinder: *Weise, M.*

Die Vorrichtung wird zur Reinigung von physikalisch, chemisch und/oder biologisch verunreinigten Ver- und Entsorgungsleitungen mit DN größer 300 und beliebiger Profilart eingesetzt, besonders zur Vorbereitung einer nachfolgenden Rohrsanierung, wobei ein flüssiges Reinigungsmedium zur Anwendung kommt.
Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus zwei Begrenzungsscheiben mit flexiblen Abdichtungselementen, die in Verbindung mit der Leitungsinnenwandung eine Spülkammer bilden. Ein gelenkig angeordnetes Stabsystem; kraftschlüssig über Federn mit den Begrenzungsscheiben verbunden, sorgt für die Arretierung. Zur Senkrechthaltung an den Begrenzungsscheiben sind Führungsklemmen angeordnet. Das Reinigungsmedium wird über Zu- und Abläufe an den Begrenzungsscheiben durch die Spülkammer gefördert. Über eine Dreipunktaufhängung an den Scheiben wird ein Anschlagmittel aufgenommen, das die Spülkammer durch die Leitung bewegt.

Vorrichtung zur Intensivierung von Ver- und Entsorgungsleitungen (Federschwingbürste)

Aktenzeichen WP B 08 B / 296 672.6
Anmelder: VEB WAB Suhl
Erfinder: *Weise, M.*

Die Vorrichtung findet Anwendung zur mechanischen Intensivreinigung von physikalisch, chemisch und biologisch verunreinigten Ver- und Entsorgungsleitungen beliebiger Profil- und Materialart mit DN größer 300 und ist besonders zur Vorbereitung der Sanierung dieser Leitungen geeignet.
Sie besteht aus einem Grundkörper aus kreisförmigen Plattenelementen, die mit Federn kraftschlüssig verbunden sind. Jedes Plattenelement ist mit Bohrungen versehen, die der Aufnahme von Bürstenkörpern dienen. Am mittleren Plattenelement des Grundkörpers sind mindestens drei Führungsschienen verstellbar angeordnet und an den Endplattenelementen Dreipunktaufhängungen für Anschlagmittel befestigt. Zur Schwingungserzeugung sind die Anschlagmittel über ein Erregersystem geführt. Die Intensivreinigung wird durch den so gestalteten Scheuerprozeß unabhängig von der Vortriebsgeschwindigkeit mit variabler Scheuerintensität realisiert.

Verfahren zur Herstellung von geschlossenen Schlammfaulbehältern in Montagebauweise

Aktenzeichen WP E 04 H / 290 419
Anmelder: WWD Obere Elbe – Neiße
Erfinder: *Vogel, Ch.*

Die Erfindung findet Anwendung bei der Errichtung von kreisrunden geschlossenen Schlammfaulbehältern in Montagebauweise bis 4000 m³ Inhalt.
Der Zylinder wird aus Stahlbetonfertigteilen mit dazwischen liegenden Fugen errichtet, wobei in die Fugen der Zylinderfertigteile Spannglieder eingebaut und im Kreisringfundament verankert werden. Die Fugen werden im Spritzbetonverfahren geschlossen. Der Kegelstumpf wird mittels trapezförmiger Stahlbetonfertigteile montiert und die Fugen zwischen diesen Fertigteilen ebenfalls im Spritzbetonverfahren geschlossen. Die Fertigteile von Kegelstumpf und Zylinder werden abschließend mit den in den Fugen liegenden Spanngliedern zusammengespannt.

Verfahren zur Herstellung eines schwimmfähigen körnigen Trägermaterials für biotechnologische Prozesse

Aktenzeichen B 29 C / 297 102.4
Anmelder: VEB Projektierung Wasserwirtschaft
Erfinder: *Dr. Haldenwang, L., Dr. Peukert, V.*

Die Erfindung betrifft die Herstellung eines schwimmfähigen Trägermaterials mit einer spezifischen Dichte unter 0,5 g/cm³ für biotechnologische Prozesse, das besonders geeignet ist für Verfahren, bei denen Mikroorganismen im Reaktionsraum zurückgehalten und konzentriert werden sollen, Verfahren mit hoher hydraulischer Turbulenz (Wirbelschichtverfahren, Belebtschlammverfahren) sowie den Einsatz in Schwimmkornfiltern. Erfindungsgemäß wird handelsübliches Schlammpolystyrol (spezifische Dichte 0,02 g/cm³) zu Flocken zerrissen und kurzzeitig thermisch behandelt. Das dadurch in seinem Volumen stark geschrumpfte Produkt kann einfach klassiert und in seiner Körnung durch die Größe des Ausgangsmaterials vorbestimmt werden.
Aufgrund solcher Eigenschaften wie
– spezifische Dichte = 0,4 g/cm³, die unter Wasser unverändert bleibt
– große, zerklüftete und poröse Oberfläche, kantige Form
– chemische und biologische Stabilität sowie mechanische Festigkeit
sind die Voraussetzungen für die Ausbildung eines gleichmäßigen und stabilen Wirbelbettes sowie für einen optimalen Biomassebewuchs gegeben. Das Material ist hygienisch unbedenklich und damit in der Trinkwasseraufbereitung einsetzbar. Es läßt sich verhältnismäßig kostengünstig aus Sekundärrohstoffen herstellen.

Kippbarer Fahrerstand zum Hangausgleich

Aktenzeichen WP B 60 N / 297 638.2
Anmelder: WWD Saale – Werra
Erfinder: *Koch, B., Breitbart, R., Hinzmann, H.*

Die Erfindung bezieht sich auf einen kippbaren Fahrerstand, der in allen selbstfahrenden landwirtschaftlichen Geräten und Baufahrzeugen sowie in Geräten der Wasserwirtschaft und Melioration, die in Hanglagen arbeiten, eingesetzt werden kann.
Erfindungsgemäß sind der Sitz und die Bedienelemente des Fahrers als Einheit auf einer kippbaren Trägerkonsole angeordnet, die sich in ihrer Gesamtheit manuell auf die gewünschte und der bestehenden Hanglage entsprechende Sitzposition einstellen läßt. Die Trägerkonsole wird auf zwei oder mehreren Stehlagern schwenkbar belagert, zwischen Trägerkonsole und Chassis ist ein zweiseitig beaufschlagbarer Zylinder befestigt. Die Kippbewegung wird über ein zwischen Zylinder und Druckversorgungsanlage geschaltetes Wegesteuerventil realisiert.

Verbindungselement für Ver- und Entsorgungsleitungen

Aktenzeichen WP F 16 L / 295 775.8
Anmelder: VEB WAB Karl-Marx-Stadt
Erfinder: *Jähnig, H.-E.*

Anwendungsgebiet der erfindungsgemäßen Lösung ist das wasserdichte und zerstörungsfrei lösbare Zusammenkuppeln von Ver- und Entsorgungsleitungen verschiedener Nennweiten und Materialarten.
Das Verbindungselement besteht aus einem asymmetrisch ausgebildeten Zwischenring mit unterschiedlichen, in Abhängigkeit von der Materialart und Rohrnennweite festzulegenden Neigungswinkeln, und zwei Losflanschen, die über Dichtungsringe die Verbindung zu den beiden Rohrleitungen wasserdicht herstellen.

Chlorgasschließ- und regeleinrichtung

Aktenzeichen WP G 05 D / 296 698
Anmelder: VEB WAB Karl-Marx-Stadt
Erfinder: *Weckel, R.; Weckel, T.*

Die Erfindung betrifft eine Schließ- und Regeleinrichtung für die Zugabe von Chlorgas in Wasser, die sich durch einen einfachen und fertigungstechnisch günstigen Aufbau auszeichnet und sowohl eine Dosierung von Chlorgas in geringer Menge im Unterdruckbereich als auch die Zugabe großer Chlormengen im Überdruckbereich ermöglicht.
Die erfindungsgemäße Einrichtung besteht aus einem Chlorgasventil, das über eine Chlorleitung, die je nach Arbeitsweise im Unter- oder Überdruckbereich eine Vakuum- oder Druckleitung darstellt, mit einem Injektor verbunden ist. An der Chlorgasleitung ist ein Stellglied, z. B. ein Druckkontaktmanometer, angeschlossen. Von der Treibwasserleitung des Injektors führt eine Druckleitung zum Chlorgasventil. Nahe dem Chlorgasventil ist ein Magnetventil angeordnet, das bei Drucküberschreitung in der Chlorgasleitung vom Stellglied beaufschlagt wird und sich öffnet. Die Chlorgasmenge wird mit Hilfe der Mengenmeßeinrichtung dosiert.
Das Chlorgasventil besteht aus drei Teilen, wobei sich im Mittelteil die Chlorgaskammer, Dichtkolben, Kolbengestänge und die Anschlüsse für den Chlorgasein- und -austritt befinden.

Probenahmesonde zur endtiefenorientierten Flüssigkeitsprobenahme

Aktenzeichen WP G 01 N / 292 948
Anmelder: VEB WAB Berlin
Erfinder: *Knuth, R.*

Die erfindungsgemäße Lösung ermöglicht die Entnahme von repräsentativen Flüssigkeitsproben aus einer Beprobungsstelle in bestimmter Distanz von der Endtiefe zum Entnahmebereich zur Überwachung und Kontrolle der Grundwasserbeschaffenheit. Sie ermöglicht es, eine Flüssigkeitsprobe durch den Eintrittstutzen selbsttätig ohne Turbulenzen aufzunehmen und den Entnahmebehälter ohne Verfälschung der Beprobungsflüssigkeit zu entleeren.
Die Probenahmesonde besteht aus einem Entnahmebehälter, in dem sich eine Steuerstangenführung zur Aufnahme einer mit Federdruck belasteten Ventilsteuerstange befindet, die am unteren Ende mit einem Anschluß für Distanzstangen versehen ist und im oberen Bereich des Entnahmebehälters ein selbsttätiges Öffnen und Schließen der Ein- und Auslaßventile bewirkt.



Bücher

Mosonyi, Emil

Water Power Development, Vol. I: Low – Head Power Plants (Kraftwerke mit geringer Fallhöhe)

Dritte, erweiterte und überarbeitete Auflage
1074 S., 726 Abb., 7 Faltanlagen, Lit.
Akademiai Kiado, Budapest, 1987

Mosonyi's zweibändiges Werk zum Wasserkraftausbau, erstmals vor etwa zwanzig Jahren in englischer und deutscher Sprache erschienen, gehört zu den umfassendsten und zugleich wertvollsten in der Wasserkraftliteratur überhaupt. Die dritte Auflage des (vorerst) ersten Bandes ist kein korrigierter Neudruck seiner Vorläufer, sondern ein auf den neuesten Stand gebrachtes modernes Werk. Beispielsweise betrifft dies die Geschichte der Wasserkraftentwicklung, in welcher der gegenwärtige „Ausbaurekord" durch das Wasserkraftwerk Itaipu am Parana mit 12600 MW gehalten wird. Die Wasserkraftnutzung – so Mosonyi im Vorwort zur 3. Auflage – wird auch im Zeitalter der Nutzung der Kernenergie noch lange in vielen Ländern eine dominierende Rolle spielen. Bis jetzt sind erst etwa 10 bis 12% des ökonomisch ausbaubaren Wasserkraftpotentials der Erde, das mit 5,6 Mill. MW angegeben wird, technisch erschlossen.

In der Neubearbeitung des Buches hat Mosonyi den rapiden Fortschritt in Entwicklung, Konstruktion, Größe und Anwendungsbereich von Wasserkraftturbinen berücksichtigt. Im Teil 1 werden die Grundlagen und Prinzipien der Wasserkraftnutzung erläutert, und es wird ein Überblick über die historische Entwicklung gegeben. Teil 2 behandelt in 5 Sektionen Wasserkraftwerke mit niedriger Fallhöhe, also vornehmlich die Flußkraftwerke. Der Ermittlung der nutzbaren Energie eines Flusses folgen die prinzipiellen Anordnungsmöglichkeiten von Flußkraftwerken. Über die Gestaltung des Einlaufbauwerkes (Verhinderung von Geschiebeeinzug, Rechen, Schwimmgut und Eisabwehr usw.) und des Zulaufkanals (Versickerung, Auskleidung, Schwall und Sunk) führt die Darstellung der Bauweisen, der Arten und Bestandteile der Flußkraftwerke schließlich hin zum Hauptteil des Buches: dem Krafthaus und seinen Einrichtungen. Horizontale und vertikale Anordnung des Maschinenblockes werden an zahlreichen Beispielen veranschaulicht. Ausführlich werden maschinentechnische Details der Kaplanturbinen beschrieben, ebenso Generator, Schaltzentrale, Transformator usw. Betrachtungen zur Gestaltung des Maschinenhauses (bis hin zu seiner Architektur) und zur Standsicherheit des Wasserkraftwerkes als Bauwerk im Fluß schließen das Werk ab.

Das gesamte Buch ist mit Strichzeichnungen und Fotos reich illustriert. Es ist für den im Wasserkraftausbau tätigen Ingenieur ebenso wie für den auf diesem Gebiet Studierenden eine Fundgrube konzentrierten Wissens.

G. Bollrich

Alfredo H.-S. Ang, Wilson H. Tang

Probability Concepts in Engineering Planning and Design

Vol. II – Decision, Risk, and Reliability
Verlag John Wiley & Sons
New York–Chichester–Brisbance–Toronto–Singapore 1984

Das vorliegende Buch baut auf guten Vorkenntnissen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik auf. Im Vorwort wird darauf hingewiesen, daß die grundlegenden Prinzipien und elementaren Methoden im Band I eingeführt werden. In Band II erfolgt deren Anwendung und Erweiterung. Alle Methoden und Verfahren

- Bestimmtheitsanalyse (Kap. 2)
- Markow-, Warteschlangen- und Verfügbarkeitsmodelle (Kap. 3)
- Statistische Theorie der Extreme (Kap. 4)
- Monte-Carlo-Simulation (Kap. 5)
- Zuverlässigkeit und auf Zuverlässigkeitsanalysen basierende Gestaltung (Kap. 6)
- Zuverlässigkeit von Systemen (Kap. 7)

werden breit dargelegt und an einer Vielzahl praktischer Probleme erläutert. Durch die umfangreiche Arbeit mit Beispielen werden theoretische Spitzfindigkeiten vermieden und anwendbares Wissen vermittelt. Die Beispiele sind überwiegend der Hydrologie und Wassertechnik entlehnt. In den einzelnen Kapiteln sind zwischen 19 und 40 Beispiele (insgesamt 181 Beispiele) enthalten, die noch zusätzlich durch weitere Problembeschreibungen ergänzt werden. Die Beispiele tauchen z. T. mehrfach auf: So können verschiedene Methoden miteinander verglichen werden.
Die Probleme bauen aufeinander auf, so daß schrittweises Herangehen dargelegt wird. Ebenso erfolgt die Diskussion verschiedener Eingangsdaten (Annahmen). Einige Beispiele sind aus anderen Veröffentlichungen bekannt, es besticht aber die hervorragende Darlegung. So werden u. a. detailliert abgehandelt:

- die Bewertung unterschiedlicher Sicherheitsvorkehrungen während der Bauphase
- die Gestaltung eines Versorgungssystems in Ungarn mit dem Vergleich der Alternativen Kanalsystem–Pumpspeicher–Flachlandspeicher–Talsperren außerhalb des Versorgungsgebietes–Grundwasserversorgung
- die Ermittlung optimaler Inspektionsintervalle zur Erarbeitung eines Untersuchungsprogramms für Dämme
- Optimale Gestaltung eines Talsperrensystems
- Gestaltung einer Regenkanalisation
- Bestimmung der Sicherheit der Kanalisation gegen Überstau
- Stabilität einer Böschung
- Sicherheit eines Wasserverteilungssystems
- Überströmen in Talsperrensystemen

Im Anhang sind praxisbezogene Tafeln, Hinweise und Hilfen enthalten. Ergänzt wird das Buch durch Umrechnungshilfen für die Umrechnung amerikanischer in SI-Einheiten. Es enthält 150 Literaturangaben. Einzelne Druckfehler (Fehlende Formelzeichen) werden beim Durcharbeiten leicht gefunden und beeinträchtigen keinesfalls den guten Gesamteindruck.

Bierstedt

O. G. Bolte, u. a.

Senkung der Wasserverluste in öffentlichen Versorgungen

Kontakt & Studium Energiewirtschaft, Band 229

expert-Verlag, Sindelfingen, 1987
197 S., 95 Abb., 5 Lit.

Das Autorenkollektiv stellt in dieser Broschüre den wohl in der Wasserwirtschaft und in der Industrie am häufigsten diskutierten Problemkreis der Senkung der Wasserverluste in Versorgungsnetzen vor. Gerade die richtige Ermittlung der Wasserverluste in vorhandenen Versorgungssystemen unter Beachtung der verschiedenen Betriebsbedingungen und die Festlegung von Wasserverlustgrößen im Rahmen der wasserwirtschaftlichen Entwicklungsplanung für die Entwicklung vorhandener bzw. neu zu errichtender Versorgungssysteme ist von außerordentlicher gesamtvolkswirtschaftlicher Bedeutung. Wasserverluste von etwa 8 bis 12% des mittleren Tagesbedarfes stehen für die Versorgung nicht mehr zur Verfügung, so daß ein beachtlicher gesellschaftlicher Aufwand für die Bereitstellung dieser Verlustgröße notwendig ist. Das Erkennen und Senken der Wasserverluste sind ein entscheidender Beitrag zur rationellen Wasserverwendung. Den Verfassern ist zu bescheinigen, daß mit der Broschüre ein gutes Nachschlagewerk zur Theorie und zum praktischen Handeln vorliegt.

Koschmieder

International Association for Hydraulic Research (IAHR)
Herausgeber: *G. Garbrecht*

Hydraulics and Hydraulic Research – A Historical Review

Verlag A. A. Balkema, Rotterdam 1987
371 S., zahlr. Abb.

Die IAHR führte anläßlich des 50. Jahrestages ihrer Gründung im Jahre 1985 eine Veranstaltung durch, die sich mit der Geschichte der angewandten Hydromechanik bzw. Hydraulik befaßte. Während sich bisherige Veröffentlichungen zur Geschichte des Wasserbaus und der Hydraulik vor allem speziellen Aspekten widmeten, vermittelt der vorliegende Kongreßband erstmals einen weltweiten Überblick, und zwar zeitlich von der Antike bis zum Ende des 20. Jahrhunderts. Die geschickte Anordnung der Einzelbeiträge und die hervorragende Ausstattung des gesamten Buches lassen die unterschiedlichen Darstellungen unmittelbar sowie anregend wirken. In der Gesamtheit der 35 Beiträge von insgesamt 38 Verfassern aus 16 Staaten (davon 6 aus sozialistischen Ländern) entsteht so ein anschauliches Bild der Entwicklung.
Ausführungen zur Arbeitsweise der Klassiker der Hydromechanik, z. B. Leonardo da Vinci, Galileo, Torricelli und Euler, besonders aber die Darstellung des derzeitigen Standes sowie der Perspektiven können wichtige Anregungen für die aktuelle Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der technischen Hydromechanik vermitteln.
In mehreren Beiträgen wird auf das 1929 erschienene Sammelwerk „Die Wasserbaulaboratorien Europas" hingewiesen, welches damals nicht unwesentlich zur Vorbereitung der Gründung der IAHR beitrug. Wenn auch anders aufgebaut, so kann die jetzige IAHR-Publikation diesem in Fachkreisen als klassisches Werk geschätztem Vorläufer als Ergänzung an die Seite gestellt werden.

Dr.-Ing. *G. Glazik*

Stein, D./Niederehe, W.

Instandhaltung von Kanalisationen

Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin (W.) 1987
356 S., 56 Tab., 516 Abb., 582 Lit.

Die Anlagen der Ortsentwässerung dienen der hygienisch einwandfreien Sammlung sowie der gefahrlosen Ableitung von Abwässern aus Siedlungsgebieten. Die Gewährleistung der Hygiene und des vorbeugenden Gesundheitsschutzes sowie des Schutzes der natürlichen Umwelt verlangt ein gut ausgebautes und voll funktionierendes Entwässerungssystem. Trotz der Entwicklung moderner Produktionsverfahren, des Einsatzes hochwertiger Werkstoffe für die Herstellung von Entwässerungsleitungen sowie neuester Bau- und Verlegetechnologien sind im Betrieb befindliche Entwässerungsleitungen höchsten Beanspruchungen ausgesetzt und bedürfen laufender Kontrolle, Wartung und Instandhaltung.
Die Autoren haben erstmals zum Gesamtkomplex der Instandhaltung von Entwässerungsleitungen umfassende Darstellungen über Wartung, Inspektion, Schadensursache und -behebung sowie Definitionen zu wichtigen Begriffen gegeben. Der hohe Informationsgehalt des Buches, untersetzt mit praktischen Erkenntnissen, ist sowohl für den Entwurfsingenieur als auch für den Praktiker eine gute Arbeitsgrundlage und ist für die Lehre zu empfehlen.

Koschmieder

Weiterbildung – Rohrleitungstransport

Die Technische Universität „Otto von Guericke", Magdeburg, Sektion Apparate- und Anlagenbau, bietet ein zweijähriges Postgradualstudium Rohrleitungstransport/Industrierohrleitungen an.
Ziel des postgradualen Studiums ist die Vermittlung spezifischer wissenschaftlicher Erkenntnisse des Rohrleitungsbaus, die Ergänzung und Aktualisierung des für die Tätigkeit in der Projektierung, beim Bau sowie dem Betrieb und der Instandhaltung notwendigen Wissens in Verbindung mit der Entwicklung und Erweiterung entsprechender Fähigkeiten und Fertigkeiten.
Das Postgradualstudium umfaßt u. a. folgende Komplexe:
Rohrhydraulik / Werkstoffeinsatz und Festigkeitsberechnung / Wärme-, Kälte- und Lärmschutz / Ausrüstungen (Pumpen, Verdichter, Armaturen ...) / Projektierung / Montage / Technische Sicherheit und Instandhaltung.
Damit wird dem auf den Gebieten des Rohrleitungsbaus und des Rohrleitungstransportes arbeitenden Ingenieur eine Gesamtdarstellung des Fachgebietes geboten. Mit der vorgesehenen Befähigung ist er in der Lage, Rohrleitungen umfassend zu beurteilen, sicher zu dimensionieren und zu betreiben sowie eine kompetente Zusammenarbeit mit Kollegen anderer Fachgebiete zu gewährleisten.

Der Kurs beginnt im September 1988, Bewerbungen bitte bis 1. 8. 1988.

Bewerbungen und Anfragen sind zu richten an:
Technische Universität Otto von Guericke
Abteilung Weiterbildung
Magdeburg, PSF 124, 3010

Inhaltliche Schwerpunkte der wissenschaftlich-technischen Veranstaltungen der Wissenschaftlich-Technischen Gesellschaft für Meß- und Automatisierungstechnik (WGMA)

- Internationales Messesymposium

„Messen und Prüfen in der chemischen Industrie"

Leipzig, 8.–9. 9. 1988

- Prozeßautomatisierung
- Sensoren und Sensorsysteme für Meßgrößen in der chemischen Industrie
- Chromatografie
- Flüssigkeits- und Gasanalyse
- *p*H-Wert-Messung
- Spektralanalyse

- 17. Jahrestagung

„Grundlagen der Modellierung und Simulationstechnik",

Rostock, 7.–9. 12. 1988

- Simulationsmethoden und -techniken
- Mathem. Modellierung von Umweltproblemen
- Mathem. Modellierung und Schaltkreisentwurf
- Simulation auf 16-Bit-Mikrorechnern
- mathematisch-theoretische Grundlagen
- experimentell-technische Erfahrungen
- praktische Beispiele

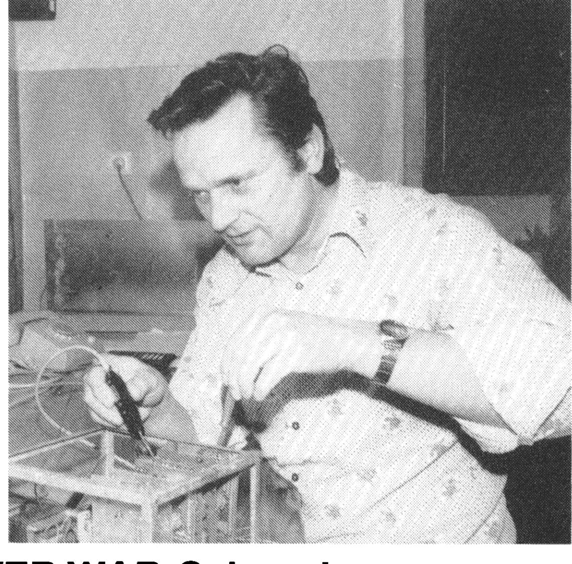
- **Jahrestagung der WGMA**

„Automatisierungstechnik"

Magdeburg, 15.–16. 12. 1988

- Stand und Tendenzen der Organisationsprojektierung
- Stand und Tendenzen der Büroautomatisierung
- Stand und Tendenzen automatisierter Systeme der Leitung
- Softwaretechnologie, -sicherheit und -zuverlässigkeit

Teilnahmewünsche richten Sie bitte schriftlich an:
Kammer der Technik, Präsidium – WGMA
Clara-Zetkin-Str. 115/117, Berlin, 1086



Volker Meier Leiter der Fachabteilung MSR-Technik im VEB WAB-Schwerin

Volker Meier gibt auf dem Gebiet der Neuererbewegung und Erfindertätigkeit in seinem Betrieb seit Jahren den Ton an.
Die Bilanz dieses Engagements:
- 4 Patentanmeldungen;
- 3 Exponate seines Kollektivs wurden auf der ZMMM in Leipzig ausgestellt;
- der betriebliche Nutzen hat die 100 TM weit überschritten.

1982 nahm Volker Meier an einer Erfinderschulung der Kammer der Technik in Klink teil. Dieses Zusammentreffen mit anderen Erfindern, der Ideen- und Erfahrungsaustausch mit Gleichgesinnten gaben den Anlaß, eigene Ideen auf wissenschaftlich-technischem Gebiet zu entwickeln und nach Lösungen in seinem Fachgebiet zu suchen. Dabei ging es zunächst um die PVI von Steuer- und Regelungsanlagen sowie um die Einsparung von Importmaterialien, so daß Reparaturen an elektronischen Schaltungen im eigenen Betrieb kurzfristig und kostengünstig selbst durchgeführt werden konnten. Im Jahre 1983 konnte Volker Meier seine erste Erfindung zum Patent anmelden, eine elektronische Entlüftungsregelung für geschlossene Filter. Dabei handelt es sich um eine Einrichtung mit geringer Störanfälligkeit, vorrangig für geschlossene Schnellfilter in Wasseraufbereitungsanlagen. Ihr Einsatz führt zu einer Senkung der Wasserverluste sowie zu einer erheblichen Energieeinsparung. Diese Anmeldung wurde 1985 bestätigt.
1984 folgte die zweite Patentanmeldung: Schaltungsanordnung zur Linearisierung der Kennlinie offener Venturigerinne. Das Ziel der Erfindung besteht darin, die Störanfälligkeit und den Aufwand für die Mengenmessung flüssiger Medien im Rahmen von Prozeßanalysen zu verringern. Ein Jugendneuererkollektiv unter seiner Leitung erarbeitete auf dieser Grundlage das Exponat „Mobiles Abwassermengenmeßgerät Typ Schwerin"
Seit 1985 leitet Genosse Meier ein Jugendforscherkollektiv, das aus jungen MSR-Technikern, Funkmechanikern und Lehrlingen besteht. Sie erarbeiteten Lösungen zum Thema: „Miniaturisierung von Steueranlagen auf der Basis von mikroelektronischen Bauelementen" Auf der 29. ZMMM stellten sie ihr Exponat „Elektronische Füllstandsregelung" vor, das auf 2 Patentanmeldungen beruht:
- Schaltungsanordnung für die Messung von Füllständen flüssiger Medien (Meier)
- Einrichtung zur programmierbaren elektronischen Regelung von Flüssigkeitspegeln (Meier, Meier, Köhler, Palcuch).

Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung für die automatische programmierbare Regelung von Aggregaten für den Füllstand von Flüssigkeiten in Behältern zu schaffen, wobei eine hohe Regelgenauigkeit und ein geringer Verschleiß angestrebt werden.
Für elektronische Tüfteleien zeigte Volker Meier schon frühzeitig Interesse. Nach Abschluß der Lehre als Elektriker qualifizierte er sich 1966 zum Funkmechaniker. 1970 fing er im VEB WAB als Elektriker an und übernahm 1982 die Leitung der Fachabteilung MSR-Elektronik. Jährlich beteiligt sich sein Kollektiv mit ein oder zwei Neuerungen an den Betriebs-, Kreis- und Bezirksmessen der Meister von morgen. Ihm macht es Spaß, mit jungen Leuten zusammenzuarbeiten, sie zu selbständigem Arbeiten zu erziehen. Sein Optimismus reißt die anderen Kollektivmitglieder mit, er sucht immer wieder nach Lösungen, auch wenn es einmal nicht so gut vorangehen will. Gegenwärtig arbeitet das Kollektiv unter seiner Leitung an der Entwicklung eines Schwingsaitenmeßgeräts. Ein Versuchsmuster dazu liegt bereits vor, die Lösung wird weiter vervollkommnet werden.
Als Parteisekretär eines Versorgungsbereichs des VEB WAB Schwerin ist Gen. Meier auch gesellschaftlich aktiv. Zweimal wurde er als Aktivist geehrt, 1986 in das Ehrenbuch der SED-Kreisleitung Güstrow eingetragen.
Nach seinen weiteren Plänen befragt, kommt prompt die Antwort: „Immer am Ball bleiben natürlich!" Das bedeutet, daß er auch weiterhin nach Rationalisierungslösungen suchen und die Neuererbewegung und Erfindertätigkeit unter Nutzung der Mikroelektronik mit hoher Effektivität vorantreiben möchte. Wir wünschen ihm dabei viel Erfolg!

Wartenberg
ZBfN

Lichtelektrisches Korngrößenanalysengerät

Dr. Uwe SCHINDLER, Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg

Es wurde ein Meßsystem entwickelt, mit dem die Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung verschiedenartigster disperser Pulver und Bodenproben nach dem Fotosedimentometerprinzip möglich ist. Das Analysenmaterial muß folgende Anforderungen erfüllen:

- Es muß in disperser Form vorliegen und eine größere Dichte als die Sedimentationsflüssigkeit aufweisen.
- Es darf nicht
  - mit der Sedimentationsflüssigkeit reagieren,
  - lösbar sein,
  - quellen und schrumpfen,
  - durchsichtig sein.

Der Einsatzbereich ist gegeben in den

- VE Meliorationsbaubetrieben und -kombinaten,
- Meliorationsgenossenschaften und ZBE Melioration,
- Betrieben des ACUB und ACZ,
- Landwirtschaftsbetrieben und
- wissenschaftlichen Einrichtungen.

Des weiteren bestehen Anwendungsmöglichkeiten im Tiefbau, in Wasserwirtschaft und Geologie, in der chemischen Industrie u. a.

Wirkprinzip

Wird eine homogene Suspension von Boden und Flüssigkeit hergestellt, läßt sich aus dem zeitlichen Verlauf der Konzentrationsänderung beim Sedimentationsvorgang die Korngrößenzusammensetzung ermitteln. Theoretische Grundlage bildet das Stokes'sche Gesetz, das den Zusammenhang zwischen dem Korndurchmesser und der Sinkgeschwindigkeit beschreibt.
Der zeitliche Verlauf einer Konzentrationsänderung läßt sich lichtelektrisch verfolgen. Für die Extinktion bei Durchgang eines Lichtstrahls durch eine Suspension gilt das Lambert-Beer'sche Gesetz.

Leistungsparameter

Der Meßbereich liegt zwischen 1 und 63 μm und ist unter besonderen Bedingungen bis 200 μm erweiterbar. Er ist aufgeteilt in 16 Kornklassen und kann variabel mit Angabe der oberen und unteren Meßgrenze vorgegeben werden.

- Die Meßzeit für Körner < 2 μm (Tonfraktion) beträgt ≈ 20 Minuten. Das entspricht einer Zeiteinsparung gegenüber Standardmethoden der Landwirtschaft (Pipettanalyse nach Köhn TGL 31222/02) von > 95 %.
- Reproduzierbarkeit S < 3 % der Kornklasse
- Die Analysenmenge beträgt 50...100 mg. Die genaue Kenntnis ist nicht erforderlich. Die Meßbedingungen werden nach der Anfangskonzentration eingestellt (≈ 70 % Absorption).
- Die Meßergebnisse von Parallelmessungen werden statistisch geprüft. Angegeben werden
  - Anteile der Kornklassen
  - Kornsummenverteilung
- Nach Wunsch ist zusätzlich die Ausgabe von Sekundärwerten möglich, wie
  - Korndurchmesser bei verschiedenen Durchgängen ($d_{\%}$-Werte)
  - Ungleichförmigkeitsgrad U

Die Meßwerterfassung und -verarbeitung erfolgt vollautomatisch

Abmessung des Gerätesystems:
Höhe 20 cm
Tiefe 20 cm
Breite 40 cm
Preis (ohne Bürocomputer) ≈ 5 TM

Interessenten wenden sich an folgende Adresse:

Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Bereich Hydromelioration
W.-Pieck-Str. 72, Müncheberg, 1278

Eine Produktion des Gerätes wird vorbereitet.

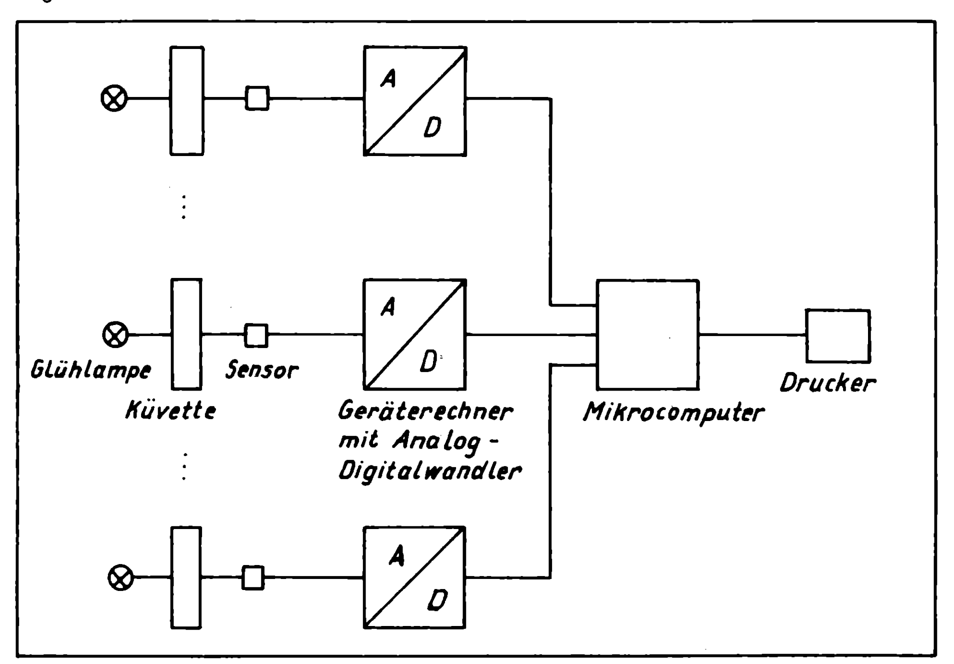


Bild 1 Prinzipaufbau des Meßsystems Die Gerätesteuerung, Meßdatenerfassung, -auswertung und Darstellung der Berechnungsergebnisse erfolgt automatisch.

Bild 2 Systemdarstellung

